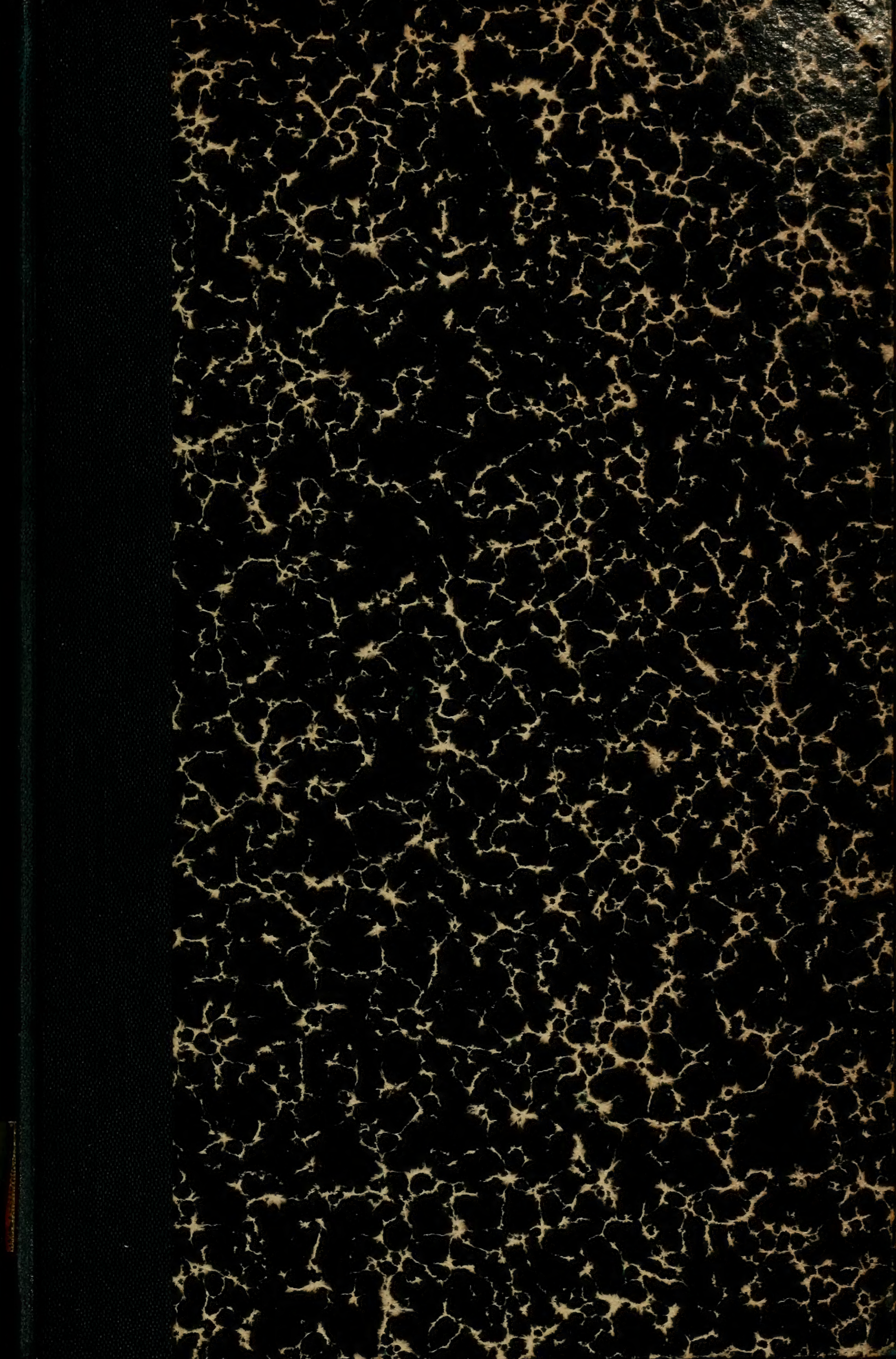
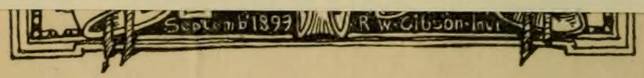



Septemb 1893
R.w.Gibson.Invt

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ET

REVUE SUISSE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

NOUVELLE PÉRIODE

TOME CINQUANTE-SEPTIÈME

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE
GEORGES BRIDEL
Place de la Louve, 1

PARIS
SANDOZ et FISCHBACHER
Rue de Seine, 33

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, H. GEORG, A BALE

1876

Genève. — Imprimerie Ramboz et Schuchardt.

CINQUANTE-NEUVIÈME SESSION

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES

RÉUNIE A BALE

Les 21, 22 et 23 août 1876.

La Société helvétique des Sciences naturelles s'est réunie cette année pour la quatrième fois depuis sa fondation dans la ville de Bâle. Des hautes régions des Alpes où elle s'était rassemblée l'année précédente pour y étudier une de ces gigantesques entreprises qui sont l'honneur de notre temps, elle redescendait dans une ville dont les grandes ressources scientifiques devaient donner à cette session un intérêt particulier. Le Bernouillanum, vaste monument destiné à l'étude de la physique, de la chimie, de la météorologie et dont la création est entièrement due à l'initiative particulière, le jardin zoologique de fondation récente, mais dans lequel on peut admirer déjà une multitude de types indigènes et exotiques, devaient attirer à Bâle beaucoup de naturalistes. Ces nouveaux établissements prouvent que la tradition scientifique se maintient dignement dans et autour de la vieille université qui a célébré, il y a peu d'années, son anniversaire quatre fois séculaire.

Un grand nombre d'étrangers, dont plusieurs font souvent à nos réunions l'honneur et le plaisir de leur présence, sont venus se joindre à cette session. A quel-

que nation qu'ils appartiennent, nous sommes heureux de les voir au milieu de nous et nous voudrions que nos congrès attirent sur ce terrain neutre un plus grand nombre encore de leurs compatriotes.

Nous n'avons pas à donner ici le récit de la belle réception faite à la société. Banquets, soirées familières, fête splendide dans la villa de M. Geigy-Merian, promenade au jardin zoologique, excursion au Bienenberg, toutes ces réunions étaient empreintes de la plus franche cordialité et d'une généreuse hospitalité. Nous en exprimons nos sincères remerciements au comité de réception et à la Société bâloise d'Histoire naturelle.

La première séance générale, qui eut lieu le 21 août, fut remplie par le discours du président, les rapports des diverses commissions scientifiques et administratives et plusieurs communications. Le prix Schlæfli a été accordé à M. le docteur Lébert pour son mémoire sur les Arachnides. La monographie des Corégones des lacs suisses a été indiquée comme sujet de concours pour 1877. Bex a été désigné pour lieu de réunion de la prochaine session sous la présidence de M. le professeur Louis Dufour. Le mardi 22 août eurent lieu les séances des sections, le mercredi la deuxième séance générale. Le comité de Bâle a donc eu l'heureuse idée de rétablir les trois jours de session qui ont longtemps été d'usage dans la société et qui, depuis quelques années, ont trop souvent été réduits à deux. De fait, une session de deux jours est trop courte. Si la société se rassemble dans une petite ville ou dans un village de montagnes, éloigné des chemins de fer et où la réunion est moins nombreuse, on peut presque toujours organiser, outre les séances générales et celles des sections qui seront peut-être un peu

moins remplies, une excursion intéressante pour tous. Dans un centre scientifique important, où les réunions sont généralement favorisées de la présence d'un nombre beaucoup plus grand de membres et d'étrangers, trois jours deviennent indispensables. Nous en avons eu souvent la preuve et spécialement dans cette dernière session où cent trente membres assistaient encore au repas d'adieu. La longueur des séances, auxquelles on avait accordé plus de temps encore que de coutume, a été cependant insuffisante. Ce serait un changement utile à introduire que de réserver une journée entière aux sections et peut être même davantage suivant les circonstances. Un grand nombre des membres qui fréquentent habituellement nos réunions verraient avec plaisir cette modification. La réception du jour d'arrivée, les banquets et autres fêtes du premier et du troisième jour donnent amplement le temps nécessaire au plaisir, toujours si grand, de se voir, de causer familièrement, de rencontrer des gens appartenant à d'autres spécialités, et de cette manière les travaux des sections ne seront pas mis au second plan. Les discussions spéciales seront plus approfondies et bien des communications qui parfois doivent rester en portefeuille pourront voir le jour. Ce sera une facilité accordée à ceux des membres qui désirent suivre les travaux de deux sections et qui pourront alors partager leur temps entre elles. De plus, nous aurons certainement la chance d'attirer à nos réunions un nombre assez grand de travailleurs qui ne quittent pas volontiers leurs laboratoires ou leurs champs d'exploration et qui, trouvant là un temps suffisant consacré à leur spécialité, viendront se réunir à nous. Nous n'avons nullement ici l'intention de dénigrer les sessions passées de notre so-

ciété qui se sont au contraire presque toujours distinguées par le sérieux et l'abondance des travaux, et surtout nous ne critiquons pas la session de Bâle qui nous a laissé de si excellents souvenirs et dans laquelle précisément la part du travail a été considérable, mais nous pensons que c'est là un point vital pour notre société. Parmi les congrès scientifiques qui se multiplient de toutes parts en Europe, plusieurs tendent à dégénérer en fêtes, grâce à l'excellent accueil qu'ils reçoivent soit des autorités, soit des populations. Ce ne sont peut-être pas les moins fréquentés; mais ils durent souvent huit jours, et si pendant ce temps il y a place pour beaucoup de fêtes, bien du temps aussi est réservé au travail. Au milieu de cette active concurrence, les congrès qui survivront le plus longtemps seront ceux où l'on travaillera le mieux. Il s'agit donc, pour notre société, dans laquelle la session dure trois jours au maximum, non-seulement de conserver les saines traditions qu'elle a si bien maintenues jusqu'ici, mais de les accentuer encore, si elle veut garder le rang auquel la placent dans les congrès européens son ancienneté et les grands travaux dont elle a pris la direction.

Nous donnons ici l'analyse du discours du président suivie d'un compte rendu des communications que nous groupons en quatre sections : 1° Physique et Chimie; 2° Géologie ; 3° Zoologie et Botanique; 4° Médecine.

Après avoir souhaité la bienvenue aux deux cent trente membres de la société réunis dans la première séance générale, M. le professeur *Rutimeyer* prononce un discours dont il a bien voulu nous communiquer le résumé

suivant. Ce sont des problèmes, des questions qu'il désire exposer, plutôt que la réponse à ces questions dont la solution exige encore bien des recherches :

De quelle manière s'est fait le progrès du règne organique et d'abord celui du règne animal ? A cette question se rattache nécessairement celle du rapport qui existe entre l'homme et les autres êtres animés.

La vie et les fonctions animales sont réparties inégalement à la surface du globe. La mer est plus habitée et peuplée d'une plus grande diversité d'êtres que le reste du monde ; la vie y est répandue sous toutes les latitudes et à toutes les profondeurs ; tous les types d'organisation y sont représentés. Il est donc probable que le petit nombre de représentants des types que l'on trouve dans l'eau douce et dans l'air sont provenus de types marins. Les reptiles, les oiseaux, les mammifères, sauf quelques exceptions, sont seuls étrangers à la mer, dans laquelle les poissons sont l'apogée de l'organisation et des fonctions animales. L'eau douce a toujours été le milieu où la vie a été le plus sujette aux modifications et celles-ci donnent aux faunes leurs divers caractères. Il n'y a pas un groupe d'animaux respirant dans l'eau douce qui appartiennent exclusivement à celle-ci. Les poissons de mer, les animaux marins qui vont librement dans l'eau douce peuvent devenir sans grandes modifications des types d'eau douce. L'origine de ces derniers est donc très-probablement marine. Même un grand nombre des animaux d'eau douce à respiration aérienne proviennent de la mer. Toujours est-il que la somme de vie animale répandue dans l'eau douce comparée à celle de la mer est remarquablement pauvre au point de vue de la variété et de la structure. Ici aussi les

poissons sont le point culminant de l'organisation. Ainsi la faune d'eau douce n'est pas en progrès sur la faune marine pour son degré d'organisation.

Quant aux amphibies, animaux à respiration aérienne vivant dans l'eau, la structure de leurs organes de locomotion prouve qu'ils n'étaient pas faits primitivement pour marcher sur le sol et qu'ils représentent des animaux terrestres arrêtés à mi-chemin dans leur développement. Cette structure est plus importante à considérer que celle des organes de respiration, puisqu'elle est plus caractéristique du genre de vie auquel elle doit s'accommoder.

Le nombre des animaux terrestres dont on peut faire remonter l'origine à des types marins est encore plus restreint que celui des animaux d'eau douce. Il n'y a peut-être que les invertébrés pour lesquels ce soit possible et encore pour la plus grande partie des invertébrés à respiration aérienne, les insectes, la descendance d'ancêtres marins est encore très-incertaine. Quant aux vertébrés vivant sur terre ferme, il existe, il est vrai, des poissons qui sont pourvus d'un appareil respiratoire aérien et qui peuvent vivre quelque temps hors de l'eau, mais aucun autre vertébré, ni batracien, ni reptile, ni oiseau, ni mammifère, ne peut, à notre connaissance, être ramené à un type auquel on puisse donner le nom de poisson. Ainsi quelque porté que l'on soit dans les recherches spéculatives à ne pas tenir compte des lacunes, il semble qu'on ne peut encore rattacher l'origine des vertébrés terrestres à celle d'animaux marins.

L'examen des formes éteintes ne modifie nullement ces conclusions; l'impression de la variété et de la richesse de la structure de la faune marine en est tout d'abord

considérablement accrue; puis la paléontologie et les recherches dans les grandes profondeurs de la mer, confirment d'une manière remarquable le fait que la ténacité et la conservation de la structure et de la forme esten rapport direct avec la stabilité du milieu ambiant.

L'étude des vertébrés fossiles jette une vive lumière sur les changements survenus dans l'histoire du globe pendant les dernières époques. Chez les mammifères, les changements les plus saillants ont été les suivants : on constate d'abord une diminution de la taille depuis l'époque diluvienne, surtout chez les herbivores terrestres tels que les ongulés, les marsupiaux, les édentés, animaux qui atteignent encore aujourd'hui les tailles les plus conx sidérables. Dans plusieurs groupes, ces types sont remplacés par de petites formes grimpantes, par exemple chez les marsupiaux et les édentés; chez les ongulés, nous remarquons aussi depuis la période tertiaire une adaptation progressive du pied à des habitations spéciales. Nous trouvons partout une appropriation à des circonstances locales et un perfectionnement dans le mode de tirer parti de ces circonstances. De même dans l'histoire du cerveau qui donne des résultats identiques par l'étude comparative des crânes fossiles chez les mammifères, les oiseaux et les reptiles. Partout se réveillent avec le développement des nouvelles conditions d'existence (la vie sur la terre ferme, à l'air et au soleil), des forces de développement qui étaient restées endormies dans le cours des âges et qui amènent, dans un temps relativement court, un grand nombre de créatures à un degré étonnant de beauté et de puissance.

Il est difficile de savoir s'il se trouve des formes nouvelles à côté de celles qui sont éteintes ou immobilisées

ou de celles qui sont encore vivantes et en activité. Cependant il y a, selon toute apparence, des places où le principe vital cherche de nouvelles conditions et donne naissance à des formes qui leur correspondent; c'est surtout chez les entozoaires (vers intestinaux) où les conditions d'existence sont toujours renouvelées ou bien chez les poissons de mer qui ont émigré dans l'eau douce, qu'il y aurait le plus de chance de les découvrir; mais même chez certains mammifères tels que les cerfs et les bœufs, les modifications semblent n'avoir pas encore cessé.

L'homme mérite surtout le nom d'être nouveau; il est une matière organique qui s'est élevée en peu de temps à une hauteur bien supérieure à tout ce qui a été réalisé jusqu'à son arrivée, ce qui nous donne le droit d'attendre encore davantage des forces de la nature; pour la première fois, cette perfection donne à la créature avec le réveil de la conscience le poids de la responsabilité. Cependant on ne peut douter que tout ce que nous trouvons d'élevé dans l'homme, les qualités du cœur, comme celles de l'intelligence ne soit arrivé à ce point que par l'ennoblissement d'instincts déjà innés à des créatures d'ordre inférieur.

On ne peut pas parler d'un rang plus ou moins élevé de la matière organique. La nature ne connaît qu'une échelle de production: des manifestations les plus inférieures de la vie aux plus élevées, la production organique repose sur le mode d'emploi de la matière organique. Il est vrai que dans les rangs les plus élevés il se passe un fait moral qu'on appelle la liberté; peut-être serait-il plus juste d'attribuer ce fait à des lois d'un autre ordre qui se manifestent dans la sphère de la vie organique.

L'histoire de la vie nous montre plus fréquemment l'appauvrissement et la mort de quelques branches que la formation de branches nouvelles. La paléontologie semble prouver toujours davantage que, dans l'histoire du globe, ce ne sont pas les ouvriers, mais c'est l'œuvre qui se modifie; que de temps à autre et, selon toute apparence simultanément sur plusieurs points, de nouveaux appels sont faits sur une grande échelle à la vie organique et qu'ainsi des créatures de toutes sortes ont dû faire en même temps l'expérience de s'approprier à des fonctions nouvelles et plus difficiles.

L'histoire des créatures est donc en partie un reflet de l'histoire du milieu dans lequel elles vivent et elle nous indique en même temps où et comment la vie se montre propre à accomplir de nouvelles tâches. On peut suivre à travers toute l'histoire du monde le fait que des buts élevés sont chèrement achetés par les créatures soit en restreignant leur domaine, soit en compromettant leur propre existence. L'anatomie et la paléontologie démontrent aussi bien que l'histoire et la psychologie que chaque victoire de la créature est suspendue à un faible fil, d'autant plus fragile que le but à atteindre est plus élevé.

PHYSIQUE ET CHIMIE

M. le professeur *Lebert* a fait, dans la séance générale du 24 août, une communication sur la nature de l'ambre du Liban que nous croyons devoir ranger ici parmi les travaux de chimie.

Dans une relation fort intéressante sur son voyage au Liban, M. *Fraas*, de Stuttgard, raconte qu'il a retrouvé l'ambre du Liban, connu déjà des anciens et qu'il servait probablement bien plus aux Phéniciens pour le commerce du succin que celui très-éloigné de la mer Baltique.

M. Lebert ayant prié M. Fraas de lui communiquer quelques morceaux de cette résine fossile du Liban, celui-ci eut la bonté de lui en envoyer de beaux morceaux, suffisants pour l'examen et les réactions chimiques.

M. Lebert fut frappé dès l'abord par l'aspect étrange de cette substance, entourée en majeure partie de lignite feuilleté et dont la coloration noire pénétrait plus ou moins profondément la résine elle-même, au point de constituer, dans quelques morceaux, du succin noir, bien différent toutefois de celui de la Baltique. D'autres morceaux offrent en majeure partie la belle couleur jaune dorée de l'ambre; quelques morceaux ont une teinte d'un blanc mat, semblable à celle de l'ambre blanche (Knochenbernstein) du Samland. Des morceaux d'un rouge-brun offrent des stries ou couches concentriques particulières. La consistance de la résine du Liban est moindre, la cassure plus brillante, plus vitreuse que dans le vrai succin. Un échantillon du Liban ayant été communiqué à M. le professeur Des Cloizeaux, il n'y trouva point l'acide succinique par le chauffage dans un tube de verre. Ce résultat ne suffisant pas pour décider cette grave question, M. Lebert fit à Paris quelques essais chimiques dans le laboratoire de M. le professeur Wurtz. Voici leur résultat :

Un morceau de vraie ambre est réduit en poudre et soumis à la distillation sèche. Les vapeurs de la cornue se condensent dans le récipient en un liquide jaunâtre et huileux et des aiguilles cristallines se déposent sur le col de la cornue. Une partie du produit de la distillation, diluée dans de l'eau, neutralisée par l'ammoniaque, donne avec le perchlorure de fer les belles paillettes rouges et le précipité rouge-brun caractéristique du succinate de fer.

Une autre partie du produit de la distillation est diluée dans un tube à réaction ; un liquide huileux jaune surnage ; celui-ci est dissous dans de l'éther et enlevé au moyen d'une pipette jusqu'à ce que le liquide devienne clair ; ce dernier est évaporé et donne à la fin l'odeur particulière, piquante, excitant la toux, propre à l'acide succinique ; des cristaux en aiguilles paraissent, puis reste un résidu tout composé des cristaux rhombiques caractéristiques de l'acide du succin.

La résine fossile du Liban est examinée de la même façon. La chaleur fait gonfler extrêmement la poudre à distiller; absence d'aiguilles cristallines, absence de la réaction avec du fer; liquide trouble, verdâtre, à odeur fort désagréable dans le récipient de la distillation ; absence de l'odeur de l'acide succinique par la combustion d'une partie de ce produit sur le platine; absence, enfin, de cristaux d'acide du succin par l'évaporation aqueuse rapide privé par l'éther des substances huileuses, absence aussi par l'évaporation lente sur de l'acide sulfurique.

La résine du Liban n'est donc pas du véritable ambre : elle est différente aussi du copal; cette résine est très-probablement nouvelle, peut-être même la plus ancienne résine fossile, vu que son gisement est cénomanien, crétacé, tandis que l'ambre est tertiaire, miocène. Si cette résine du Liban est nouvelle, on pourra l'appeler *Libanite*.

Reste à savoir jusqu'à quel point l'ambre des Anciens était toujours du véritable et s'il n'y avait pas déjà à cette époque commerce de faux ambre.

Au sein de la section de physique et de chimie, M. le professeur *Forel* fait un résumé des résultats obtenus jusqu'ici avec le limnimètre enregistreur qu'il a in-

stallé à Morges le printemps dernier. Les lecteurs des *Archives* connaissent déjà cet intéressant travail qui a été inséré dans le dernier numéro de notre recueil.

M. *Amsler-Laffon,* l'habile constructeur de Schaffhouse, présente à la Section trois nouveaux modèles de son intégrateur ou planimètre. L'un de ces instruments, en particulier, est destiné à mesurer la surface véritable d'un espace représenté sur une carte en projection stéréographique. Nous n'insistons pas ici sur ce sujet, espérant pouvoir donner prochainement une notice détaillée sur ces ingénieux appareils qui se répandent de plus en plus et paraissent destinés à de nombreuses et utiles applications pour l'ingénieur et le géographe.

M. *Piccard,* professeur de chimie à Bâle, expose d'une manière sommaire le résultat des travaux scientifiques exécutés au laboratoire de l'Université pendant le semestre écoulé, soit par lui-même, soit par son préparateur, M. le Dr *Krafft,* et ses élèves : 1° sur le dédoublement du tetrachlorure de Naphtaline en deux Dichlor naphtalines isomères ; 2° sur la décomposition des corps organiques sous l'influence du chlore et particulièrement sur la formation de grandes quantités de Perchlorbenzine au moyen de Iodure d'Hexyle ; 3° sur une combinaison sulfoconjuguée de la Résorcine ; 4° synthèse de la Tectochrysine et d'autres dérivés de Chrysine ; 5° sur une combinaison sulfurée de l'Anthracène.

MM. *Schær* et *Lunge,* professeurs de chimie à l'École polytechnique de Zurich, font ressortir l'importance théorique et pratique de quelques-unes des questions abordées dans cette communication.

M. *Édouard Sarasin* rend compte des nouvelles recherches auxquelles il s'est livré, de concert avec M. *J.-L.*

Soret, sur la polarisation rotatoire du quartz, plus spécialement pour les rayons ultra-violets.

M. le professeur *Hagenbach-Bischoff* montre ses expériences sur l'équilibre d'une sphère sur un jet d'eau et donne la théorie de cet intéressant phénomène. Les *Archives* ayant déjà publié le mémoire de M. Hagenbach sur ce sujet, nous n'avons pas à y revenir.

M. l'ingénieur *Lauterburg* fait ensuite une longue et intéressante communication sur l'influence que les forêts exercent sur le régime des eaux d'un pays et sur son climat. La longue expérience qu'il a acquise de ces matières le conduit à admettre de la part des forêls une action éminemment favorable soit pour les sources, soit pour les climat.

D'une part, il tombe plus de pluie sur une portion de pays boisée que sur un espace dénudé d'arbres; d'autre part, le sol, lorsqu'il est boisé, retient une beaucoup plus forte proportion de l'eau tombée à sa surface que lorsqu'il est défriché. M. Lauterburg considère surtout l'influence des bois pour arrêter et conserver l'eau de pluie qu'ils reçoivent. Les feuilles mortes et pourries, les aiguilles des conifères, le terreau qui en résulte, la mousse très-fréquente sous bois constituent pour le sol un revêtement très-spongieux qui absorbe une quantité d'eau considérable et la garde pendant longtemps. Cette couche s'oppose donc à l'écoulement trop rapide de la pluie et empêche de la sorte les torrents de prendre en quelques instants des proportions dangereuses; en outre, et cela est précieux pour le régime des sources, elle fait pénétrer dans le sol l'eau qui sans cela eût glissé à sa surface, et maintient l'humidité lorsque, partout ailleurs, le sol est déjà desséché.

Le feuillage des arbres retient aussi une petite partie de la pluie; M. Lauterburg l'estime à 1^{mm} ou $1^{mm},2$ d'après des pesées qu'il a faites. Il évalue à 40 ou 50 $^{0}/_{0}$ la quantité totale d'eau que le bois arrête.

L'importance des forêts est donc immense pour un pays, et M. Lauterburg émet le vœu, qu'en Suisse, elles deviennent à ce point de vue-là l'objet d'études sérieuses et multipliées et qu'il soit établi à cet effet de nombreuses stations météorologiques.

GÉOLOGIE

M. le professeur *Sandberger*, de Wurzbourg, expose le développement géologique de la Forêt-Noire et des Vosges jusqu'à l'époque où ces deux massifs furent séparés par de grandes dislocations. Ils sont aujourd'hui coupés abruptement du côté du Rhin et s'abaissent en pente douce l'un vers la Souabe, l'autre vers la Lorraine. La Forêt-Noire peut se diviser en trois régions, méridionale, centrale et septentrionale, qui ont des caractères différents. Le gneiss en est la roche la plus ancienne. Toutes les autres roches reposent sur lui ou l'ont traversé. Il est homogène dans la région méridionale. Dans la région moyenne, il alterne avec des granits; il ne contient pas de roches amphiboliques. Le gneiss plus récent est plus varié; il renferme beaucoup d'oligoclase, peu de mica; il est associé à des roches micacées et amphiboliques et il renferme du fer et du calcaire. Il est traversé par de nombreux filons. Les sources qui en sortent ont une température peu élevée. Les granits de la région septentrionale renferment au contraire des sources minérales très-chaudes. Le granit envoie beaucoup de

filons dans le gneiss. Sur les roches cristallines reposent des schistes argileux sans fossiles qui sont probablement dévoniens. Des conglomérats et des schistes argileux avec anthracite qui se retrouvent dans les Vosges et forment une zone se dirigeant de l'est à l'ouest entre Mulheim et Mulhouse sont le terrain fossilifère le plus ancien et l'équivalent du calcaire carbonifère; on y voit beaucoup de plantes fossiles, Cardiopteris, Lepidodendron, Archæocalamites, mais pas de Sigillaria. L'anthracite est peu utilisable. On trouve aussi dans la Forêt-Noire quelques traces du terrain houiller proprement dit, mais les bancs de houille sont peu puissants et alternent avec des roches feldspathiques déposées par voie humide. Quelques plantes de ce terrain sont spéciales à cette région et aux Alpes suisses, c'est la base de la zone à Sigillaires. Quelques autres lambeaux de cette même formation se voient à Baden-Baden, Geroldseck et Oppenheim; mais on ne trouve pas dans ce bassin les intercalations de couches marines dont le dépôt coïncide presque toujours avec la présence des Sigillaires. Le permien inférieur qui ressemble beaucoup au terrain houiller renferme moins de fougères et beaucoup de conifères. La flore est très-différente dans le permien moyen dont le dépôt coïncide avec des éruptions porphyriques. Jusqu'au permien supérieur, le relief de la Forêt-Noire a été peu accidenté; mais alors des érosions considérables enlevèrent une grande partie du terrain permien; le grès bigarré commença à se déposer. Un banc de cargneule sépare le grès vosgien du grès bigarré proprement dit; il est en stratification horizontale sur les plus hauts sommets de la Forêt-Noire. C'est l'époque du premier soulèvement

de ce massif et de celui des Vosges et de la formation de la vallée du Rhin qui les sépare.

M. le professeur *Muhlberg*, d'Arau, expose ses recherches sur la structure du Jura argovien entre le Hauenstein et les bains de Schinznach. La conformation de cette région est assez compliquée; les principales dislocations des couches ont eu lieu de l'est à l'ouest avec plongement au sud; mais il y a eu aussi d'autres plissements perpendiculaires à ceux-ci et qui forment les vallées transversales; ceux-ci sont plus courts que les autres. On compte huit plis dirigés de l'est à l'ouest, ils sont d'autant plus forts et plus allongés vers l'est qu'ils sont plus septentrionaux. Le Muschelkalk se montre presque toujours sur le versant méridional des chaînes, les calcaires du *Rogenstein* forment les plateaux. Les cluses sont produites par des érosions sur des points où se trouvent des sinuosités des couches dans le sens longitudinal des chaînes. M. Muhlberg insiste encore sur la disposition des couches à la limite entre les chaînes et le plateau du Jura (*Kettenjura* et *Tafeljura*) et se range à l'opinion de M. Muller qui l'explique par des failles, en opposition avec M. Mœsch qui l'attribue à des contournements. Il applique ces considérations aux tunnels du Bötzberg et du Hauenstein. Il s'ensuit une discussion à laquelle prennent part MM. Mœsch, Muller et Heim.

M. *Sandberger* donne lecture d'une lettre de M. Heer à M. Merian sur les plantes des terrains secondaires décrites dans la *Flora fossilis Helvetiæ* et il présente les planches de cet ouvrage.

M. *Alphonse Favre* rend compte des dernières expériences faites par MM. Tresca et Daubrée sur l'écoulement des solides sous de très-fortes pressions par des

orifices de diverses formes, et sur les conclusions géologiques que l'on peut en tirer. M. Renevier dit que le mémoire de M. Daubrée ne lui a point paru fournir des arguments décisifs contre la théorie de la structure en éventail d'après laquelle celle-ci serait le résultat de la compression latérale des couches.

M. *Sandberger* présente son ouvrage intitulé : *Land- und Süsswasser-Conchylien der Vorwelt.* Les mollusques terrestres et d'eau douce y sont décrits dans un ordre géologique à partir des terrains les plus anciens. Ils sont très-abondants dans les terrains tertiaires et leur étude a grandement contribué à fixer la classification de ces terrains.

M. le docteur *Greppin*, de Bâle, signale un gisement de fossiles de l'oolite inférieure qu'il a trouvés à la montagne de l'Amona, val Ferret sur le versant oriental du massif du Mont-Blanc, dans des calcaires reposant sur le gneiss et à la base desquels se trouve un dépôt de pyrite qui a été exploité. Ces fossiles sont Pecten personatus Ziet., P. Phillis d'Orb., P. articulatus d'Orb., P. æquivalvis Sow., Montivaltia cupuliformis, des Cidaris, des Pentacrines, etc. A la suite de cette communication, M. *A. Favre* donne la coupe géologique du Val Ferret. Toutes les couches y sont renversées du terrain houiller jusqu'au terrain jurassique. Il a trouvé des Cidaris que M. Desor a rapportés au terrain jurassique supérieur dans des calcaires du même massif que celui qui a été examiné par M. Greppin et dans le voisinage du granit.

M. *Rutimeyer* présente des instruments préhistoriques qu'il a trouvés empâtés dans les lignites de Wetzikon et qui consistent en morceaux de bois appointis et entourés d'une lanière des bois. Il réfute les hypothèses qui ont été

faites pour démontrer que ces instruments ne sont pas le produit d'un travail humain et qu'ils auraient été rongés par des animaux. Il montre ensuite une collection de cailloux recueillis dans le Toggenburg par M. Tuckelin et polis par lui. Une partie d'entre eux proviennent de la Nagelfluh. Les roches qui les composent ont, au dire de plusieurs géologues, une grande ressemblance avec les roches du *Bregenzerwald* et du Vorarlberg. M. Gutzwiller et M. Heim remarquent qu'un petit nombre seulement de ces cailloux proviennent de la Nagelfluh et donnent quelques détails sur les éléments qui constituent cette roche.

M. *Gross*, de Neuveville, expose une belle collection d'objets de bronze provenant de la station d'Auvernier, qui est maintenant exploitée méthodiquement; les objets les plus intéressants sont des couteaux d'une seule pièce, des manches d'épée en cuivre et corne, des bracelets variés, des enclumes, des mors destinés à une espèce d'âne, etc. M. Martins remarque l'analogie de quelques-uns de ces instruments avec les instruments kabyles.

M. *Greppin* signale la découverte faite au Kapellibo-den, entre St-Jacques et la Neue-Welt (canton de Bâle), d'une flore quaternaire qui se trouve dans une argile à 60 pieds de profondeur sous le lœss. L'argile, dans laquelle on a aussi trouvé 35 espèces de mollusques, repose là sur le lias moyen. Ces plantes appartiennent, suivant M. Schimper, à des espèces encore vivantes. M. Sandberger remarque la grande importance de la découverte de M. Greppin. Il dit que cette coupe est la même que celle de Steinbach. Ce dépôt de végétaux est contemporain de celui de Durnten et des sables de Mosbach, et plus récent que le *Forest-bed* d'Angleterre. Il y joint quelques remarques sur la distribution des coquilles du

lœss dans différents bassins et montre que ces coquilles restent généralement cantonnées dans les bassins dont elles sont originaires.

M. *Mœsch* décrit rapidement les belles observations qu'il a faites sur la géologie des Alpes bernoises, et présente la carte du massif du Faulhorn et de la région environnante. Il y a reconnu toute la série des terrains jurassiques avec quelques horizons très-fossilifères : couches à Ammonites opalinus, à Amm. Murchisonæ, *rogenstein*, oxfordien et jurassique supérieur. L'*Eisenstein* lui paraît l'équivalent du Hauptrogenstein du Jura. Le Faulhorn, dont il donne la coupe, est entièrement formé des couches, plusieurs fois repliées sur elles-mêmes, du terrain jurassique inférieur, et non de néocomien comme on le croyait. Le terrain tithonique inférieur (couches d'Inwald) est très-puissant et fossilifère. Les carrières de marbre de Grindelwald appartiennent à ce terrain.

M. le professeur *Fraas*, de Stuttgard, présente des échantillons d'une substance très-semblable à l'ambre, qu'il a recueillie, associée à du lignite dans les grès verts du Liban méridional, qui sont de l'époque crétacée moyenne. Ce gisement a une grande importance non-seulement au point de vue géologique, mais encore au point de vue ethnographique, puisque l'ambre était un des principaux objets du commerce des Phéniciens. A la suite de ce rapport, M. le docteur Lebert décrit les propriétés chimiques de ce prétendu ambre (Voy. p. 13).

Glaciers et terrain glaciaire. Dans une séance générale, M. le professeur *Favre* présente la carte du terrain glaciaire de la Suisse à l'échelle de $^1/_{250000}$. Il y a indiqué par des teintes distinctes, les cinq glaciers du Rhône, de l'Aar, de la Reuss, de la Limmath et du Rhin, dont les

bassins sont notablement différents des bassins hydrographiques actuels; les glaciers jurassiens dont les débris sont mêlés à ceux du glacier du Rhône, ont aussi une teinte distincte. Cette carte représente soit la région des névés et celle des glaciers à l'époque de la grande extension, soit le terrain glaciaire, les moraines et les blocs erratiques. De grands tableaux indiquent la plus grande élévation des principales vallées, les pentes des anciens glaciers et l'épaisseur de la glace. M. Favre a calculé que la surface des glaciers réservoirs est égale pour ceux du Rhône et du Rhin à celle des glaciers d'écoulement. Il compare les anciens glaciers des Alpes à ceux qu'on observe aujourd'hui au Groënland. M. Charles Martins ajoute à cette communication, quelques observations sur les glaciers anciens des Pyrénées, de la Lozère et sur les glaciers actuels du Spitzberg.

En l'absence de M. Desor, M. le professeur *Martins*, de Montpellier a développé, en séance générale, les idées de ce savant sur la présence des glaciers alpins dans la plaine du Pô, à l'époque pliocène. Nous nous bornons à signaler ici cette intéressante communication, les *Archives* ayant déjà plusieurs fois rendu compte de la théorie de MM. Desor et Stoppani (1875, LIII, 48 et Rev. géol. suisse pour 1874 et 1875). M. Martins est tout à fait disposé à s'associer aux idées de M. Desor et rappelle ses propres observations sur les glaciers du Spitzberg, dont l'extrémité s'avance au-dessus de la mer et y laisse tomber des débris qui doivent nécessairement former des moraines sous-marines. M. Alphonse Favre est d'un avis différent; il n'a trouvé aucun caractère glaciaire au monticule dans lequel se trouvent les coquilles pliocènes de Fino (*Archives*, janv. 1876).

Dans une séance particulière, M. *K. Mayer* résume la note qu'il vient de publier (Bull. Soc. géol. Janvier 1876). sur la prétendue présence des glaciers dans la plaine lombarde à l'époque pliocène. Il dit qu'à Balerna, il y a eu erreur d'observation et confusion entre l'argile bleue pliocène et l'argile bleue glaciaire. A Fino, on voit un dépôt fluviatile d'alluvions avec coquilles roulées et brisées: mais ce dépôt n'est pas de l'époque glaciaire, il lui est postérieur et date d'une époque où la mer pliocène s'était depuis longtemps retirée. M. Mayer décrit les diverses extensions que cette mer a dû avoir en Italie. M. Renevier ne croit pas à ces oscillations. Il est d'accord avec M. Mayer sur la localité de Balerna; mais le dépôt de Fino lui paraît prouver qu'à l'époque pliocène supérieure, les glaciers et la mer étaient très-voisins l'un de l'autre. Ces graviers stratifiés ont tout à fait le caractère de nos alluvions anciennes.

Une discussion s'engage, à ce sujet, entre MM. Mayer, Renevier, Rutimeyer et Martins.

M. *Alphonse Favre* a recherché le rapport entre les variations dans l'extension des glaciers dans ce siècle et les variations de la température. Il a dû employer pour cette recherche les bulletins de l'observatoire de Montsouris à Paris, ceux de Genève ne remontant pas à une époque assez ancienne. La grande extension des glaciers qui a eu lieu dans les Alpes en 1817 et 1818 est en partie expliquée par les variations dans la température déduites des tableaux qu'il présente. En effet, de la comparaison de la température de chaque mois pendant la période des dix ans, 1808 à 1817, qui ont précédé cette extension avec la température moyenne des mois calculées d'après 67 années d'observations, on déduit que

pendant ces dix ans tous les mois compris entre mars et septembre (sauf mai) ont eu une température au-dessous de la moyenne et qu'il n'y a que les mois de février, mai et octobre qui aient eu une température au-dessus de la moyenne. Les mois de juin, août et septembre ont été particulièrement froids. Si on considère la température moyenne des années : sur les dix ans dont il est question ici, neuf ont eu une température au-dessous de la moyenne et 1811 seul a été au-dessus. Le rapport de la retraite de la glace avec la température dans ces dernières années est moins évident. M. Favre rappelle le travail que M. Gruner a publié récemment sur ce sujet (*Comptes Rendus*, 1876, LXXII, 632).

M. le professeur *Hagenbach* expose les magnifiques recherches faites par M. Gosset sur le glacier du Rhône, et qui sont le résultat de la mission dont ce savant ingénieur a été chargé par le club alpin et la Société helvétique des sciences naturelles. Il montre une grande collection de photographies et une belle carte à $^1/_{5000}$, levée avec la plus grande exactitude et indiquant la forme du glacier, les moraines, les moulins, les crevasses, etc. Il décrit les mouvements des diverses lignes de jalons placées sur le glacier pour étudier sa progression, pendant l'année 1874-1875, mouvements qui peuvent se résumer de la manière suivante :

	Dist. de la fin du gl. en 1874.	Hauteur au-des. de la mer.	Ablation	Max. de vitesse.
Ligne noire	400^m	1854^m	+6^m	13^m
» verte	750^m	1917^m	+5^m	35^m
» jaune	2450^m	2420^m	—2^m	100^m
» rouge	4050^m	2553^m	—1^m	96^m

ZOOLOGIE et BOTANIQUE

M. *V. Fatio* a fait, dans l'assemblée générale, une très-intéressante communication sur les travaux qui ont été faits depuis deux ans, à Pregny près Genève, en vue de la destruction du *Phylloxera*, et sur les diverses allures et transformations de ce terrible parasite de nos vignes.

Les observations de M. Fatio devant bientôt paraître *in extenso* dans un rapport accompagné de planches que celui-ci a adressé au Département de l'Intérieur de notre canton, nous nous bornerons à signaler brièvement quelques-uns des principaux points de cette communication.

Après avoir décrit les différentes opérations qu'ont dû subir les vignes atteintes à Pregny, M. Fatio a le bonheur d'annoncer à l'assemblée que, jusqu'ici, fin août, on n'a encore retrouvé aucune trace de la maladie, ni sur les places traitées, ni dans les vignes environnantes. Bien qu'un pareil résultat soit évidemment fort satisfaisant, il ne faut cependant pas, selon lui, chanter déjà victoire, car, pendant deux ans encore, l'on peut s'attendre à voir apparaître quelque part dans les environs de Pregny de nouveaux foyers aujourd'hui latents, résultats d'étincelles échappées au traitement et maintenant imperceptibles.

En détruisant entièrement les vignes malades, on a cherché à anéantir le parasite, tandis qu'il était encore possible de circonscrire le domaine de ses conquêtes.

M. Fatio attribue la réussite des travaux et l'aspect rassurant des vignes avoisinant le foyer à deux causes principales : premièrement, au fait que les arrosages de l'été 1875 ont été faits au moment où les nymphes arrivent vers la surface du sol et que, par conséquent, on a

ainsi détruit le plus grand nombre des colons ailés; secondement, à la circonstance heureuse que les vignes jusqu'ici malades se sont trouvées être isolées par d'autres cultures, et que la plupart des émissaires volants, déjà peu nombreux, se sont probablement perdus en route.

Ensuite, il décrit les aspects différents de l'insecte dans les quatre formes dites *radicicole, ailée, sexuée* et *gallicole,* qui constituent le cycle complet des métamorphoses du *Phylloxera.*

Par des dessins sur la planche noire, l'orateur montre à l'assemblée les formes variées et les divers agissements du parasite, tantôt dans le sol sur les racines, tantôt au grand jour sur les feuilles ou le bois. Il fait, en particulier, remarquer que l'on n'a point encore trouvé de galles sur les feuilles de nos vignes, que le produit de l'œuf, hivernant à l'air libre, est rentré jusqu'ici chez nous presque directement en terre au printemps pour devenir *nodicole* (sur les renflements radiculaires) au lieu de *gallicole* (sur la feuille), et que, par le fait, la vie aérienne de l'insecte a été jusqu'ici, à Pregny, passablement plus courte que dans le midi de la France.

Il semble qu'il y ait eu chez nous des modifications d'allures nécessitées par l'*adaptation* qui, si la maladie devait continuer, disparaîtraient fort probablement devant une *acclimatation* de plus en plus complète.

Dans d'autres dessins théoriques, M. Fatio montre l'extension souterraine de la maladie et les phases successives de celle-ci.

Les traitements doivent être de deux sortes : les uns, *curatifs,* cherchent à détruire la race radicicole sous le sol, pour guérir la vigne malade; les autres, *préventifs,* ont pour but d'atteindre les ailés et leurs descendants

aériens (sexués, œuf d'hiver et gallicole) avant qu'ils rentrent en terre, pour empêcher la colonisation sur de nouveaux points et le rafraîchissement de la race parthénogénique souterraine qui s'épuiserait peu à peu abandonnée à elle-même.

On a essayé avec succès les sulfocarbonates pour arroser le sol et les racines; l'orateur conseille, en vue de l'œuf d'hiver sur le bois aérien, le mélange de soude et d'huile lourde que M. Boiteau a essayé, avec succès aussi, dans le midi de la France.

M. Fatio montre un *Calendrier phylloxérique*, qu'il a composé à l'usage des viticulteurs, et que l'État de Genève a fait distribuer dans ses communes.

Enfin, l'orateur émet l'idée consolante que notre pays pourrait bien échapper au désastre qui frappe si cruellement la France, si, en veillant sur nos foyers, nous empêchons en même temps l'ennemi de passer la frontière. Notre patrie est protégée, dit-il, par de hautes montagnes de plusieurs côtés, ne laissons donc pas, par pure négligence, le commerce et l'importation annihiler la protection que nous accorde si largement la nature.

Le Phylloxera ne nous est pas venu tout seul de la France; il est arrivé chez nous, comme dans bien d'autres endroits, par suite d'importations particulières. Il est donc urgent que le Gouvernement fédéral tienne sévèrement la main à ce que ni racines, ni bois, ni feuilles même de vignes étrangères, ne soient introduits sur tout le territoire suisse.

Il termine en signalant les frais immenses que l'État de Genève a pris entièrement à sa charge pour sauvegarder les vignes du pays, et surtout, près de lui, le beau vignoble vaudois; et rappelle à ce propos, comme tou-

jours bonne à pratiquer, notre belle devise : « *Un pour tous, tous pour un.* »

M. le professeur *Théophile Studer,* de Berne, revenu récemment de l'expédition envoyée par le gouvernement allemand à l'île Kerguélen pour l'observation du passage de Vénus, a rendu compte des recherches de la commission scientifique dont il était membre. La *Gazelle,* partie le 21 juin 1874 et chargée des instruments scientifiques les plus variés, revint à Kiel le 28 avril 1876, après un heureux voyage de circumnavigation et un séjour de plus de 3 mois à l'île Kerguélen, située dans l'océan Indien entre le 48e et le 50e degré de latitude et entre le 68e et le 70e degré de longitude.

La faune et la flore de cette île, distante de milliers de milles de tous les continents, offrent à l'étude un intérêt très-particulier, et M. Studer attire spécialement sur ce sujet l'attention de la Société. Les côtes, formées par des escarpements basaltiques et trachytiques, sont presque constamment balayées par de violents ouragans ; aussi la végétation y est très-pauvre, sauf dans les endroits abrités. La température y dépasse rarement en été 10 degrés centigrades.

La faune terrestre y est peu abondante et présente des caractères assez spéciaux pour faire supposer qu'elle est fixée depuis longtemps dans cette île. On y trouve quatre mammifères, dont l'un, une souris, a été amené à une époque récente par les bâtiments de pêche ; les trois autres sont des animaux amphibies, du genre des Phoques. Le plus grand de ces derniers est l'éléphant de mer (Cystophora leonina), qui est l'objet d'une chasse très-active ; les autres sont le léopard de mer (Ctenorhyncus leptonyx) et l'Arctophoca gazella Pet. espèce nouvelle, spé-

ciale à l'île Kerguélen et remarquable par la beauté de sa fourrure. Les oiseaux sont très-communs sur les côtes, qui seules peuvent leur fournir leur nourriture. Les uns sont des espèces pélagiques, Albatros, oiseaux des tempêtes et d'autres oiseaux circumpolaires qui s'éloignent des terres pendant des journées entières ; les autres, terrestres ou côtiers, sont un oiseau de marais, voisin des Râles, un canard, une mouette, une mouette de proie, une hirondelle de mer, un cormoran et quatre espèces de pingouins ; l'espèce la plus voisine du Chionis minor, le premier d'entre eux, se trouve aux îles Falkland ; le canard est spécial à cette île, de même que l'hirondelle de mer et le cormoran, qui ont cependant des rapports étroits avec des espèces de la Nouvelle-Zélande et de la Terre-de-Feu. La mouette (Larus dominicanus) et la mouette de proie (Lestris antarctica) sont antarctiques et se retrouvent sur les côtes d'Amérique jusque dans le Brésil. Les pingouins, extrêmement abondants, sont antarctiques.

Le caractère de cette faune est donc antarctique, mais quelques espèces ont pris dans un long isolement des caractères particuliers. Il est intéressant de constater qu'on retrouve dans les îles Falkland un oiseau très-voisin du Chionis minor, qui ne peut nager et dont le vol est très-imparfait.

Les invertébrés sont peu abondants et ne fournissent que peu de renseignements sur les affinités de la faune de l'île Kerguélen avec les faunes des terres les plus voisines, celles-ci étant encore peu connues. Ce sont 19 articulés, un mollusque et 2 vers ; ils sont tous petits et peu apparents ; les insectes, sauf une espèce, sont dépourvus d'ailes ; ces organes ont subi chez eux des modifications curieuses ; ils se sont adaptés à ce climat où les vents vio-

lents doivent jeter immédiatement à la mer l'insecte qui s'élève au-dessus du sol. Le fait que ces animaux appartiennent à des genres ailés prouve que l'état de l'île a été autrefois différent de son état présent; ce qui est confirmé par les données géologiques; car on y trouve de la houille et des troncs silicifiés qui sont les restes d'une végétation bien plus développée que la végétation actuelle. L'île était probablement plus grande qu'aujourd'hui et protégée en partie contre les vents par une chaîne de montagnes comme dans la Terre-de-Feu. Les insectes paraissent donc avoir survécu à des changements géologiques qui ont eu pour résultat une disparition partielle des terres.

La faune sous-marine semble aussi fournir les preuves d'une connexion de l'île Kerguélen avec d'autres continents; elle a de grandes affinités avec celle du détroit de Magellan et de la Patagonie.

M. Studer décrit plusieurs des animaux nommés ci-dessus et donne des détails intéressants sur leurs mœurs. Ses observations sur les rapports de la faune de Kerguélen avec celle de la côte orientale de la Patagonie l'amènent à exprimer l'hypothèse que la terre de Kerguélen n'a pas toujours été une île isolée, mais qu'elle faisait partie d'un continent qui la reliait peut-être aux Falkland et à la Terre-de-Feu par l'île Crozet et celle du Prince Édouard.

M. le professeur *de Siebold* de Munich décrit l'*Artemia fertilis* qui provient du grand lac Salé d'Utah et dont il a étudié chez lui des exemplaires vivants. Il a suivi le développement des embryons et des œufs dans l'utérus; mais il n'a pas encore terminé ses expériences pour savoir si l'animal se reproduit toujours par fécondation ou

si certaines générations se développent par parthénogénèse.

M. le professeur *A. Ecker* de Fribourg en Brisgau dit que deux des ossements gravés que l'on croyait avoir été recueillis dans la caverne de Thaingen (Schaffhouse), sont des contrefaçons modernes d'après des dessins publiés il y a quelques années ; les autres gravures paraissent authentiques ; cette découverte est due à M. Lindenschmidt. Cette communication est l'objet d'une discussion entre MM. Rutimeyer, Stierlin et Joos.

M. le professeur *Schmidt* de Strasbourg signale le fait que dans les environs de Schlettstadt (Alsace) il y a une race de petits chevaux qui restent en liberté pendant une grande partie de l'année. Un fait analogue a été signalé par M. Martins dans quelques parties de la France, pour des chevaux dont le manteau est blanc. D'après le professeur Ecker, des documents du XVI[me] siècle attestent la présence à cette époque d'un cheval sauvage dans les Vosges.

M. V. Fatio entretient ensuite la section de zoologie de quelques-uns des résultats auxquels il est arrivé, quant à la détermination des *Cyprinides*, par l'étude consciencieuse qu'il fait des divers Poissons de la Suisse, en vue du prochain volume de la Faune qu'il publie, depuis quelques années, sur les animaux de ce pays. Il s'attache principalement à faire ressortir quelques nouveaux caractères qui jettent un jour précieux sur les distinctions, tant génériques que spécifiques, jusque-là si difficiles, en même temps qu'ils permettent de distinguer extérieurement les sexes et de reconnaître facilement les produits hybrides d'espèces voisines.

La plupart des ichthyologistes, dans ces dernières an-

nées, se sont basés surtout, dans la détermination des genres et des espèces de Cyprinides, sur l'étude des dents pharyngiennes et des os qui les portent ; M. Fatio vient ajouter à ces caractères, parfois insuffisants, l'examen des formes du *maxillaire supérieur* et de la *meule* contre laquelle travaillent les dents, toujours appropriés à un usage particulier, corollaire du genre de vie de l'animal.

Par des figures à la planche noire et par des dessins qu'il fait circuler, il montre comment chaque genre présente, à ces deux égards, une conformité de formes générales propres, en rapport avec son mode d'alimentation, et comment, sur ce plan commun, le caractère particulier à chaque espèce peut encore se reconnaître facilement à tel ou tel détail de la structure des pièces en question. A côté du faciès générique, M. Fatio fait observer non-seulement la forme propre à chaque espèce, mais encore les indications, souvent très-frappantes et toujours indubitables, des mélanges qui ont produit les hybrides.

Il figure, entre autres, et explique les formes de la meule et du maxillaire chez plusieurs espèces du genre *Leuciscus*, et fait voir en même temps comment, à l'aide de ces deux nouveaux caractères seulement, il est possible maintenant de décider péremptoirement de l'origine simple ou mixte de tel ou tel Cyprin dont la variabilité, à d'autres points de vue, avait rendu jusqu'ici la détermination fort difficile. Il démontre, en particulier, l'utilité de ses observations par l'examen du maxillaire et de la meule chez le *Bliccopsis erythrophthalmoides* (Jäckel), bâtard des *Blicca argyroleuca* et *Scardinius erythrophthalmus*, et chez le *Chondrostoma rysela* (Agass.), produit hybride des *Chondrostoma nasus* et *Telestes Agassizii*. Ces deux organes présentent, chez les deux métis, des formes si évi-

demment intermédiaires qu'il est impossible de n'y pas voir, au premier coup d'œil, soit la preuve d'une origine mixte, soit la détermination des deux espèces mères.

Se basant sur les mêmes caractères, M. Fatio montre aussi comment le Spirlin (*Alburnus bipunctatus*, Lin.), jusqu'ici rapproché par divers auteurs de genres assez différents, doit former, entre les Brêmes et les Ablettes, un petit groupe à part justifié par des formes propres de la meule et du maxillaire.

Après cela, le même zoologiste s'attache à l'étude d'une seule espèce, pour montrer comment, avec une identité de formes dans les pièces buccales dont il a parlé, beaucoup des autres caractères peuvent varier énormément, sous l'influence de conditions d'existence diverses. Il signale, entre autres, le *Leuciscus rutilus* (Linné), comme un Cyprin ayant donné lieu à la création d'un grand nombre de fausses espèces. Toutes les formes plus ou moins divergentes de ce Poisson sont, par le fait, facilement ramenées à un type commun. Plusieurs espèces d'Agassiz, de de Selys, de Heckel et de Blanchard doivent tomber devant l'examen de caractères plus solides que ceux proposés jusqu'ici. Parmi les nombreux noms que M. Fatio croit devoir effacer de la nomenclature spécifique, nous rappellerons, en particulier, le *Cyprinus jaculus* de Jurine que cet auteur prenait pour la Vandoise qui n'existe pas dans notre lac (Léman) et que M. G. Lunel a déjà montré n'être qu'un état du jeune âge chez le Vengeron (*Leuc. rutilus*).

M. Fatio reconnaît, chez le Vengeron (*Leuc. rutilus*), trois formes principales qu'il considère comme trois branches divergentes tendant, dans certaines conditions, à la formation de trois races qui, par exagération croissante,

pourraient aisément passer pour trois espèces dans l'avenir, si l'on ne prenait soin de relever à temps leurs attaches au type ou les degrés transitoires qui les unissent. Il reconnaît :

1° Une variété élevée (*varietas elata*) rappelant beaucoup, par les formes externes, le *Scard. erythrophthalmus* et correspondant au *Leuciscus rutiloides* de de Selys.

2° Une variété allongée (*var. elongata*) assez semblable, extérieurement du moins, au *Squalius leuciscus* et correspondant au *Leuciscus Selysii* de Heckel.

3° Enfin, une variété qu'il nomme épaisse (*var. crassa*) rappelant à son tour, à première vue, le *Leucos aula*, et qui paraît n'avoir pas été observée jusqu'ici, bien qu'elle soit assez fréquente dans quelques-uns de nos lacs, le Léman et le lac de Lucerne en particulier.

Toujours à propos du Vengeron (soit Gardon), M. Fatio raconte les curieuses modifications qu'a subies ce Poisson dans un petit lac de nos Alpes, le Seewli du Brunig, presque entièrement desséché depuis près de quinze ans, et où l'espèce avait été importée de Lungern vers le milieu du siècle passé.

Petit à petit confinés sur le centre rocheux de ce bassin et privés ainsi de la nourriture que leur fournissaient d'abord les bords herbeux graduellement abandonnés par les eaux, les représentants de cette espèce omnivore (*Leuc. rutilus*) durent nécessairement changer d'apparence et d'allures. Sous l'influence d'une alimentation de plus en plus précaire, ces Poissons arrivaient à un âge relativement avancé avec une taille très-réduite et des formes très-efflanquées. Conservant, à l'état adulte, les grandes proportions de l'œil propres au bas âge, et de plus en plus décolorés par appauvrissement, au point de paraître pres-

que blancs avec un grand œil rouge, comme de véritables albinos, ils prirent peu à peu un faciès tout à fait particulier. A défaut des herbages et des petits animaux que le manque de végétation sur le fond leur refusait, ces Vengerons devaient venir chercher à la surface les débris végétaux ou animaux que le vent jetait parfois sur l'eau. Peu à peu ce mode forcé de nutrition, semblable à celui des Ablettes (*Alburnus*) mais contraire aux mœurs ordinaires des Gardons (*Leuciscus*), amena nécessairement une déformation des organes de préhension, déviation qui rappelait les formes correspondantes chez d'autres Cyprinides se nourrissant naturellement de la manière qui était graduellement imposée au Gardon du Brunig. La fente buccale devint forcément de plus en plus oblique, comme chez les Ablettes et d'autres Poissons qui viennent naturellement chercher leur nourriture à la surface des eaux.

Enfin, M. Fatio ajoute encore quelques mots sur certaines différences extérieures purement sexuelles qu'il a reconnues chez un grand nombre de Cyprinides. Après avoir rappelé le gonflement si frappant du second ou grand rayon des nageoires ventrales, dès longtemps remarqué, chez le mâle de la Tanche (*Tinca vulgaris*), et le développement parallèle du second rayon des pectorales observé plus récemment par Canestrini sur le mâle du *Cobitis tænia*, il montre comment de semblables déformations se font remarquer, à des degrés divers, chez la plupart de nos Cyprinides et dans des genres très-différents où elles ont été jusqu'ici méconnues. Ce gonflement, s'accusant avec la puberté et volontiers plus prononcé au moment des amours, semble porter, suivant les espèces, sur un ou sur plusieurs rayons, le plus souvent dans les na-

geoires pectorales qui sont, avec cela, de forme et de proportions un peu différentes dans les deux sexes.

M. Fatio nomme entre autres, dans ce cas, les genres *Gobio, Alburnus, Scardinius, Leuciscus, Squalius, Telestes* et *Chondrostoma.* Il fait aussi remarquer le fait curieux et fort intéressant que par suite de leur gonflement, souvent exagéré, les quelques principaux rayons de la nageoire pectorale chassent parfois, chez le mâle, les rayons plus petits et amènent ainsi, quelquefois, une grande différence dans le nombre de ceux-ci entre les deux sexes. Il cite, à ce propos, l'exemple du Véron (*Phoxinus lævis*) chez lequel ce développement érotique est très-frappant et surtout accentué chez les sujets qui habitent nos Alpes : il explique, par ce simple fait de l'expulsion des petits rayons pectoraux et par une analogie de conditions d'existence, la création erronée de deux prétendues espèces : le *Cyprinus rivularis* que Pallas a rencontré dans les monts Altaï et aux pectorales duquel cet auteur n'attribue que huit rayons, et le *Phoxinus montanus* que le frère Ogérien a trouvé dans le Jura et qui n'aurait à son tour que dix rayons aux mêmes nageoires.

Les observations de M. Fatio sur ce dernier point ayant déjà paru dans le numéro de janvier 1875 des *Archives* nous ne nous étendrons pas davantage sur cette seconde partie de sa communication.

M. *F.-J. Leuthner* de Vienne présente des échantillons du Rhodeus amarus qu'il a trouvés dans les environs de Bâle, à Neudorf. Cet animal n'était encore connu qu'en Allemagne, spécialement dans le bassin du Danube et dans celui du Rhin jusqu'à Strasbourg. M. Vœgelin l'a aussi recueilli aux environs de Rheineck. Il signale ensuite la présence dans le canton de Bâle de l'Alytes obste-

tricans, commun dans d'autres parties de la Suisse. On le trouve dans la ville même, dans la vallée du Birsig aux environs de S[te]-Marguerite jusqu'à Ramsach où il s'élève jusqu'à 1,200 pieds. M. de Siebold joint à cette communication quelques détails sur le développement du Rhodeus.

M. le D[r] *Keller* de Zurich décrit les couches celluleuses des éponges et leur mode de développement.

M. le professeur *His* de Leipzig montre des photographies d'embryons de sélaciens sur lesquelles on voit le commencement du développement du corps de ces animaux.

D'après M. *Ch. Martins*, le Nerium oleander, Myrthus communis, Laurus nobilis, Chamærops humilis, et des formes qui en sont tout à fait voisines, se trouvent abondamment dans les terrains tertiaires et vivent encore aujourd'hui dans le midi de la France; mais ces plantes sont très-sensibles au froid. Cette flore doit être regardée comme le reste de la flore tertiaire qui aurait résisté à l'abaissement de la température. M. le D[r] Christ de Bâle dit avoir observé des faits semblables à ceux-ci dans la végétation alpine.

M. le professeur *Schwendener* de Bâle communique le résultat de ses recherches sur les bâtons apointis trouvés par M. Rutimeyer dans la houille interglaciaire de Wetzikon. Il conclut que ces morceaux de sapin ont été travaillés de main d'homme.

M. *Pfau-Schellenberg* de Thurgovie décrit une maladie de la vigne en Thurgovie. Cette maladie se trouve aussi dans le canton de Vaud d'après M. Schnetzler et provient probablement d'une trop grande humidité du sol.

M. le professeur *A. Muller*, de Bâle, montre des photographies de noix de galle d'Amérique.

A la requête de MM. les professeurs His et Forel, la section de zoologie et de botanique décide de demander au comité central que celui-ci veuille bien s'adresser de nouveau au bureau fédéral de statistique pour obtenir un tableau des couleurs des cheveux et des yeux des élèves des écoles de la Suisse, demande à laquelle le bureau a déclaré ne pouvoir satisfaire.

MÉDECINE

Le docteur *Lombard* démontre une carte sanitaire de la Suisse où il a marqué avec des couleurs différentes la distribution géographique de quelques maladies. Il accompagne cette présentation de quelques faits qui peuvent être considérés comme une première tentative de géographie médicale de notre pays.

Il commence par les infirmités qui ont été reconnues lors du dernier recensement. Et d'abord, quant aux *aveugles*, il en existe *soixante-seize* sur cent mille habitants, proportion assez faible si on la compare avec la France, qui en compte 84 ; la Suède 81 ; la Belgique 100, et la Norwége 184. Il y a pourtant plus d'aveugles en Suisse qu'en Bavière, 52 ; qu'en Prusse, 58, et qu'en Belgique, 66.

Les cantons où la cécité prédomine sont les Grisons, 130 ; Appenzell, dans les Rhodes intérieures, 109 ; et le Tessin 102. Ceux où l'on compte fort peu d'aveugles sont Glaris, 42 ; Genève, 44, et Schwytz, 46.

Les *aliénés*, auxquels on a très-malheureusement joint les idiots et les crétins, sont au nombre d'environ *trois*

sur mille habitants, ou 300 (298) sur cent mille. Cette proportion est plus forte que celle de la France, 238; de l'Écosse, 185; de la Bavière, 110; tandis que l'on compte plus d'aliénés dans le Wurtemberg, 312, et la Norwége, 310.

Les cantons où les aliénés prédominent sont : Berne, 399; Zurich, 396, et Soleure, 356; et ceux où ils sont en plus petit nombre : Zug, 109; Glaris, 148: Neuchâtel, 156; Genève et Uri, 161.

Les *sourds-muets* forment les 245 cent millièmes ou les *deux et demi* pour mille de la population, c'est-à-dire environ cinq fois plus qu'en France, où l'on n'en compte que 58. En outre, l'on n'en rencontre que 106 en Islande et 102 dans le Wurtemberg; 46 en Belgique; 58 en Bavière, et 60 en Saxe. Parmi les différents cantons, le Valais occupe le premier rang avec une proportion double de la moyenne : 498 au lieu de 245; ensuite viennent Lucerne avec 436 et Argovie avec 434. A l'autre extrémité de l'échelle sont les cantons où la surdi-mutité est la plus rare, comme c'est le cas de Genève avec 17; de Glaris avec 45, et de Bâle-Campagne avec 84, toujours sur 100,000 habitants.

Après ces remarques préliminaires, le D[r] Lombard passe à l'étude de quelques maladies et il commence par la *malaria,* sur laquelle il a institué une enquête auprès de ses collègues des différents cantons. Il en résulte que les fièvres intermittentes, qui étaient autrefois très-répandues, ont presque partout diminué et même disparu entièrement dans quelques localités qui en étaient fortement atteintes. A l'heure qu'il est, les deux seules régions vraiment paludéennes sont le Valais et le Tessin. Dans le premier, c'est sur le cours moyen et inférieur du Rhône

que l'on rencontre encore beaucoup de fièvres intermittentes, à la suite des inondations qui y sont si fréquentes, malgré les grands travaux exécutés pour les combattre.

Dans le Tessin, presque tous les districts, à l'exception peut-être de Vallemaggia, sont atteints à différents degrés de la malaria sur le cours du Tessin et de ses affluents, en différents points des longues vallées qui versent leurs eaux dans le lac Majeur et dans ceux de Lugano, Varese et Côme. Les environs de Locarno, de Bellinzone, de Lugano et de Mendrisio, sont les plus fortement atteints par l'impaludisme qui se développe après les inondations sous l'action des rayons brûlants d'un soleil méridional.

Dans les autres régions de la Suisse, l'on ne rencontre que des cas isolés de fièvre intermittente ou de névralgie périodique, qui se montre sous la même influence. Ces deux maladies diminuent partout avec l'altitude. L'on en observe quelquefois cependant dans les hautes régions de la vallée du Rhône et dans celles du Tessin, comme par exemple aux Ormonts et aux Postes (915), ou encore à Airolo, malgré ses 1179 mètres d'altitude.

La *phthisie pulmonaire* a fait l'objet d'une enquête spéciale par une commission nommée en 1863. Il en résulte, d'après le rapport du Dr Émile Muller, de Winterthour, que la moyenne des décès amenés par cette maladie est de *soixante-seize* sur mille ; proportion très-inférieure à celle de la plupart des pays du nord de l'Europe, puisque l'on en compte de 176 à 198mes en Belgique, 124mes en Angleterre et 121 à 122mes en Écosse.

Les documents réunis par la commission sont trop incomplets pour donner une appréciation exacte du nombre des décès amenés par la phthisie dans les différents can-

tons. Voici néanmoins quelques-uns de ces résultats. L'on compte environ 104 phthisiques sur mille décès dans le canton de Zurich; 105 à 117, suivant les époques, dans celui de Bâle-Ville; 101 dans celui de Genève; 104 dans celui de Neuchâtel; tandis que celui de Fribourg n'en aurait que 37; Valais 49; Thurgovie 50, et même Zoug descendrait jusqu'à 17. Mais plusieurs de ces résultats devraient être vérifiés par de nouvelles recherches.

Deux faits ont été mis en lumière par cette enquête; d'un côté la fâcheuse influence de l'industrie comparée à la vie agricole pour augmenter le nombre des phthisiques, et, d'autre part, l'influence préservatrice des grandes altitudes en ce qui regarde la phthisie dont la fréquence diminue graduellement et disparait même complétement dans les très-hautes vallées, comme, au reste, on le voit dans toutes les régions montueuses de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique, où il existe pour les phthisiques des *sanatoria* semblables à ceux que nous possédons à Davos et dans l'Engadine.

Le *goître et le crétinisme* existent en Suisse, le premier à divers degrés, presque partout; le second dans certaines régions. Comme nous l'avons vu, l'on a réuni dans le dernier recensement les crétins, les idiots et les aliénés, en sorte que nous ne pouvons fixer exactement le nombre et la répartition géographique du crétinisme, sauf pour quelques régions sur lesquelles il existe des travaux récents, comme celui du Dr Fetscherin sur le canton de Berne. En outre, l'on sait, à n'en pas douter, que le nombre des crétins tend constamment à diminuer à mesure que l'aisance et la civilisation se répandent dans les régions où ils se rencontrent; en sorte que les documents

plus ou moins anciens sur lesquels ce travail s'appuie peuvent n'être plus exacts maintenant.

Cela dit : quelle est la répartition géographique du crétinisme? Le Valais occupe à cet égard le premier rang, aussi bien dans sa vallée principale que dans les nombreuses vallées latérales qui, sauf quelques exceptions, comptent toutes un assez grand nombre de crétins.

Le canton de Vaud n'en n'a que dans les Ormonts, la Gruyère et surtout dans la vallée de la Broye où ils abondent. Le canton de Berne en comptait 216 d'après le dernier recensement, principalement dans les districts de Konolfingen, Berthoud, Interlaken et Thoune. L'on n'en compte que fort peu dans le Jura bernois. La même immunité comparative s'observe pour tous les cantons situés dans les principales vallées jurassiques, comme Neuchâtel, Soleure, Argovie et Bâle, où il n'en existe qu'au confluent de l'Aar et de la Limmath, dans les environs de Wangen et d'Aarwangen, ainsi que non loin de Bâle, au petit Huningue.

Le grand massif des Alpes est, avec le Valais, le siége principal de l'endémie du crétinisme. On le rencontre dans la longue vallée de la Reuss et jusqu'à son embouchure ; au pied du Pilate et dans les districts de Sursée, de Willisau et de l'Entlibuch. La vallée de Glaris en est assez fortement atteinte. Il en est de même des hautes vallées du Tessin et des Grisons ; dans celui-ci, sur le cours des trois branches du Rhin et aussi dans le second sur le trajet du Tessin et de ses affluents, principalement dans les environs de Bellinzone et de Locarno.

Les *inflammations thoraciques* sont tout à fait caractéristiques de la pathologie suisse : on les rencontre partout avec une fréquence qui augmente avec l'altitude. Il est

même une forme très-grave qui se montre épidémiquement dans les hautes vallées et que l'on a désignée sous le nom d'*alpenstich*, du lieu de son apparition; c'est une pleuro-pneumonie à forme maligne et probablement contagieuse.

Les *scrofules* et le *rhumatisme* sont très-répandus dans toute la Suisse et paraissent augmenter de fréquence avec l'altitude.

Les *fièvres éruptives* n'ont rien de spécial à la Suisse, quant à leur fréquence et quant à leur gravité; la variole qui avait presque disparu de notre patrie s'est de nouveau montrée avec le séjour des troupes françaises internées et a fait beaucoup de victimes, surtout dans sa forme hémorrhagique....

La suette miliaire qui a régné dans plusieurs pays voisins, n'a jamais régné en Suisse.

La *méningite cérébro-spinale épidémique* a presque toujours épargné notre pays, sauf Genève, où elle a fait sa première apparition en 1805, et Bâle, où elle a fait quelques victimes de 1871 à 1873.

Le *choléra épidémique* n'a jamais atteint les régions centrales de la Suisse; les seules qui aient vu se développer quelques rares épidémies, alors qu'il en existait dans le voisinage, sont presque toutes situées près des frontières, comme Genève, Porrentruy, Bâle, Locarno et Bellinzone. Zurich et Aarau sont les seules villes un peu éloignées des frontières qui aient payé leur tribut au choléra. D'où il résulte que notre sol est peu favorable aux épidémies cholériques comme, du reste, à toutes les autres.

L'*alcoolisme* augmente en Suisse ainsi que partout ailleurs; il fait d'assez grands ravages et de nombreuses

victimes dans certaines régions; l'on en jugera par le fait que les décès amenés par le *delirium tremens* se bornent dans plusieurs villes ou cantons à un ou deux pour mille, tandis qu'ailleurs ils s'élèvent à cinq ou six et même dans quelques localités jusqu'à trente-cinq pour mille. Espérons que l'on trouvera quelque remède pour cette honteuse plaie des temps modernes.

Conclusions.

1° La Suisse est fort peu visitée par la malaria, qui diminue graduellement presque partout où elle existe encore. Les deux principaux cantons atteints par la malaria sont le Tessin et le Valais.

2° Les inflammations thoraciques y sont répandues, surtout dans les hautes régions, comme, au reste, dans tous les pays de montagne.

3° La phthisie pulmonaire est moins fréquente en Suisse que dans la plupart des États européens. Elle devient de plus en plus rare à mesure que l'on s'élève au-dessus du niveau des mers et finit par disparaître complétement dans les hautes vallées.

4° Les deux endémies du goître et du crétinisme existent à différents degrés. La première presque partout, la seconde dans certaines régions montueuses des Alpes et à un degré moins prononcé, dans les vallées jurassiques. Ces deux endémies diminuent graduellement avec les progrès de l'aisance et de la civilisation.

5° Les fièvres éruptives sont plutôt rares et bénignes.

6° Les maladies épidémiques, et en particulier le choléra, sont rares en Suisse; ce dernier n'a jamais atteint le centre du pays, les villes frontières étant presque les seules atteintes.

7° L'alcoolisme tend à augmenter comme partout ailleurs.

8° Les différentes infirmités ont un degré variable de fréquence. Les aveugles sont plutôt rares, les aliénés sont en nombre moyen et les sourds-muets beaucoup plus nombreux que dans les autres pays européens.

M. le professeur *Lebert*, de Vevey, présente quelques considérations sur la comparaison entre les bains de mer du Midi et ceux du Nord, et d'une nouvelle méthode pour prendre l'eau de mer à l'intérieur.

Les bains de mer, à peine employés il y a cent ans, sont aujourd'hui d'un usage général des plus répandus. Les grandes facilités de communications rendent aussi les bains de mer du Midi de plus en plus accessibles et faciles à ordonner. Il est donc temps que l'on sache davantage quels sont les rapports entre les stations balnéaires marines du Nord et celles du Midi.

Les deux se complètent et l'un des groupes est aussi indispensable que l'autre. Si les bains de mer du Nord sont plus toniques, plus accessibles, plus généralement connus, leur saison est relativement courte, de la fin de juin jusqu'au milieu de septembre, sans compter que leur emploi exige une certaine provision de forces et surtout celles de la résistance contre les vicissitudes atmosphériques. Dans le Midi, au contraire, la saison dure de mai jusqu'en novembre, au moins fin d'octobre, le climat est plus doux, plus égal, le ciel plus constamment serein et des constitutions délicates ou affaiblies par la maladie le supportent mieux.

La température atteint en été jusqu'à 22° centigrades; la moyenne de la mer des stations plus septentrionales est 16° C.; mais sur la plage, surtout lorsqu'elle est plate

et sablonneuse, le soleil réchauffe l'eau jusqu'à 20°. Du reste, les meilleures eaux thermales pour le système nerveux, pour les hémorrhagies utérines, etc., ont 22° à 23° R., ainsi au-dessus de la température de la Méditerranée, et pourtant elles donnent aux malades une sensation de fraîcheur, à quelques-uns de froid même. Les excellents effets que j'ai observés à Breslau des eaux de Landeck et de Johannisbad m'ont fait apprécier tout ce que cette température peut produire. Il serait donc absurde de trouver les mers du Midi, de 2° à 4° C. inférieures aux eaux thermales indiquées, encore trop chaudes pour les malades.

Les vagues, les lames de la mer sont incontestablement plus fortes dans les stations plus septentrionales que dans la Méditerranée, mais quelques bains méridionaux de l'Océan, tels que ceux de Biarritz, ne laissent rien à désirer pour la force et l'intensité des lames. S'il y a bien des maladies dans lesquelles de fortes lames et un grand mouvement de la mer peuvent être salutaires, nécessaires même pour le traitement, il y en a d'autres pour lesquelles nous recherchons même dans le Nord une mer plus calme, comme dans beaucoup de stations de la Baltique, comme à Wyk, de l'île Foehr, bains desquels on peut passer à d'autres à lame plus forte, comme par exemple de Fœhr à Sylt, qui n'en est séparé que par une bien courte distance.

Parmi les bains méridionaux chacun occupe, du reste, sa place particulière. Venise avec le Lido est une des stations les plus agréables en été et automne, mais moins printanière que les stations de la Méditerranée. Cannes a une longue et agréable saison jusqu'en novembre, avec une bonne plage. Nice offre encore l'avantage d'être un

excellent séjour pour les maladies nerveuses. Pegli, Alassio, Nervi, surtout le premier, offrent un site charmant et une belle plage. Castellamare, près de Naples, réunit aux bains de mer une grande richesse et variété d'eaux minérales sulfureuses, salines, purgatives, gazeuses, alcalines, ferrugineuses. Toutes ces stations offrent, avec un long printemps et automne pour les bains, une trop forte chaleur en juillet et août, aussi est-ce le moment de passer plutôt quelque temps dans les montagnes soit dans les Alpes maritimes, les Appennins ou les montagnes suisses. Cependant les Italiens se baignent volontiers pendant ces mois chauds. Biarritz offre une plage splendide, la mer y a des lames très-fortes, le milieu de l'été y est très-chaud aussi, le printemps est souvent orageux, mais on peut y rester tard en automne et jouir des orages très-imposants et passagers de l'équinoxe. Arcachon est un grand bassin d'eau salée concentrée, sans mouvement de vagues, mais avec une belle plage; les émanations balsamiques des forêts de pins maritimes et l'air calme et doux sont très-utiles aux malades à poitrine faible et délicate et aux enfants scrofuleux qui ont besoin d'un long séjour aux bords de la mer. Arcachon réunit donc les qualités des meilleurs établissements pour les bains salés et les bains de mer.

Il n'est pas moins nécessaire de connaître aussi, pour les stations situées plus au Nord, les caractères particuliers des groupes auxquels elles appartiennent. C'est ainsi que dans le canal de la Manche, le groupe de Dieppe, avec Tréport, Bourg d'Ault, St-Valéry, offre une plage désagréable de galets et une nudité de végétation insupportable, lorsque l'été est chaud et que le soleil éblouit pendant bien des heures chaque jour. C'est pour cela que je

donne volontiers la préférence au groupe du Calvados, Trouville, Villers, Houlgate, Dives, Beuzeval, etc., offrant une fort belle plage sablonneuse et une riche végétation, bien que tout à fait inférieure aux belles forêts de hêtres des bords de la Baltique. L'absence de végétation, dans un bain de mer, a le grave inconvénient d'obliger les enfants et les adultes de passer trop de temps à l'ardeur du soleil sur la plage et d'y être souvent exposés à un vent fort incommode. Les accidents d'insolation sont loin d'être rares dans ces circonstances. Il est urgent de faire dans de pareilles localités nues des plantations de conifères et de tamaris.

Les indications spéciales pour les bains de mer du Midi se résument en état de faiblesse, soit de constitution, soit par suite de maladies graves, anémie profonde, faiblesse de poitrine, prédisposition aux affections tuberculeuses, grande impressionnabilité de la peau avec refroidissements fréquents.

Il est souvent fort utile de combiner les deux groupes de stations, de commencer au printemps par le Midi, en faisant faire une cure hydropathique en même temps que celle des bains de mer, pour aller ensuite en été dans une des localités situées plus au Nord. Si un long séjour aux bords de la mer est nécessaire, les malades peuvent de nouveau passer l'automne sur les côtes méridionales à climat plus doux.

Pour le rachitisme le Midi offre cet avantage d'un long séjour possible. Les scrofules sont surtout améliorées dans leurs formes légères et dans les suppurations à la période de réparation ; il en est de même des tubercules des glandes lymphatiques superficielles. Les affections graves des os et des articulations doivent rendre le mé-

decin très-réservé dans l'emploi des bains de mer, tandis que l'air de la mer, combiné avec un traitement approprié, peut être vraiment utile. Les affections rhumatismales et névralgiques sont souvent aggravées par les bains de mer, mais la localisation morbide étant guérie, ils peuvent combattre très-avantageusement la diathèse rhumatismale ou névralgique, cause première des localisations. Il en est de même de la diathèse catarrhale, soit simple, soit reposant sur une prédisposition héréditaire aux maladies de poitrine. Dans ce dernier cas les stations méridionales sont préférables, combinées avec un séjour aux Alpes en été et une cure hydropathique prudente. Quant aux affections utérines, l'emploi des bains de mer leur est opposé souvent avec grand succès, mais il est nécessaire de guérir auparavant un mal local de quelque importance, tel que l'ulcère granuleux, l'endométrite, etc. Tout ce qui est cancroïde ou cancéreux dans ces organes contre-indique les bains de mer. Les névroses ne sont pas moins souvent modifiées avantageusement par les bains de mer, toutefois un haut degré d'hystérie doit rendre prudent dans leur application. L'épilepsie est une contre-indication pour les bains, moins pour le climat.

D'une nouvelle méthode de l'usage interne de l'eau de la mer. Richard Roussel a déjà recommandé, il y a plus de cent ans, l'usage interne de l'eau de la mer ; Odier, de Genève, Lefrançois, de Dieppe, ne l'ont pas moins vantée. Mais toujours le mauvais goût de cette eau a empêché sa généralisation. Et pourtant il s'agit d'une composition chimique exquise pour l'application thérapeutique. Des 3 à 4 pour cent de sels les deux tiers sont des chlorures, un tiers des sulfates, sans compter les bromures et les iodures. La combinaison des sels de la mer rappelle en outre

celle d'excellentes eaux minérales, telles que Marienbad Kissingen, Hombourg, Wiesbaden, Tarasp, etc.

D'un autre côté, rien de plus facile, de plus accessible à l'emploi interne général que l'eau de la mer. Il s'agit seulement de trouver une forme capable de masquer le mauvais goût et de rendre sa boisson plus agréable.

Comme les diverses mers et même les différentes stations marines offrent une richesse différente de l'eau de la mer en sels, il est bon de calculer, après l'analyse, l'eau de mer artificielle d'après 3, 5 $^0/_0$ de substances fixes, chiffre moyen de leur composition. 10 grammes renferment donc 0,35^{grs}. L'eau gazeuse, contenant abondamment l'acide carbonique masque mieux que tout autre liquide le mauvais goût de ces sels. Or, en faisant préparer des bouteilles d'un demi et d'un litre d'eau gazeuse, on aura pour un dixième d'eau de mer 1,75 et 3,5 grammes de sels et pour un cinquième 3,5 et 7 grammes, eaux déjà très-chargées en principes minéraux. On peut facilement avoir deux qualités de $^1/_{10}$ et de $^1/_5$, à employer successivement, graduer les doses de 100 à 500 grammes dans les 24 heures, obtenir un effet simplement résolutif, apéritif ou laxatif. Il sera facile aussi d'augmenter encore l'activité ou la qualité de cette eau minérale artificielle par l'addition de bicarbonate de soude ou d'iodure de potassium, etc., d'en améliorer le goût par l'addition de lait, de sirop de framboises, etc. En un mot, on pourra ainsi introduire l'usage interne de l'eau de mer dans la pratique journalière, même de toutes les classes de la société et rendre par cela même de grands services à beaucoup de malades.

M. le professeur *Lebert* résume ensuite ses observations sur le catarrhe gastrique aigu, infectieux, le gastrotyphus, etc.

Le catarrhe gastrique aigu, infectieux, n'est pas rare, mais on l'a confondu avec le catarrhe aigu ordinaire de l'estomac et sa marche bénigne a fait négliger son étude attentive. Cette maladie a non-seulement sa place parmi les infections, mais plus particulièrement dans le groupe des affections typhoïdes, parmi lesquelles il occupe une place à part, constituant le gastrotyphus.

L'étiologie nous le montre tantôt comme sporadique, tantôt sous forme épidémique, même dans une certaine étendue. J'ai observé à Breslau des épidémies en 1861, 62 et 63. Au bord du lac de Genève, dans les environs de Vevey, ces épidémies ont été observées par plusieurs de mes collègues. Elles sont tout à fait indépendantes de celles de la fièvre typhoïde.

Les causes ordinaires de l'embarras gastrique, de l'indigestion, du catarrhe aigu de l'estomac, tels qu'excès en aliments ou en boissons, ingestion de substances nuisibles, manquent dans notre maladie, caractérisée dès le début par une fièvre intense qui précède les troubles gastriques, qui offre un accroissement rapide de température, fièvre intense et disproportionnée par rapport au gastricisme. Tant la fièvre, que la prostration des forces, déjà initiale, augmentent encore la physionomie typhoïde de la maladie.

Comme d'autres maladies infectieuses, le mal se montre de préférence parmi les classes pauvres. Sa marche bénigne fait conclure que l'élément infectieux exerce sur l'organisme une action peu toxique, élément toutefois jusqu'à présent inconnu dans sa nature intime.

On l'observe de préférence dans la première moitié de la vie ; 77 pour cent de mes observations se rapportent à des malades jusqu'à l'âge de 35 ans, et 23 $^0/_0$ seulement ont été observés, passé cette époque de la vie. Les deux

sexes sont également prédisposés. L'été, l'automne et le commencement de l'hiver offrent le plus grand nombre de cas et d'épidémies. Je n'ai point constaté l'influence de la vocation, ni celle du refroidissement. La constitution est généralement bonne, forte ou moyenne. Absence complète de contagion.

Les prodromes manquent ou consistent en abattement, faiblesse, anorexie, douleurs à l'épigastre et dans les membres.

Le début est aigu, intense, fébrile ; le frisson initial manque rarement et peut se répéter les premiers jours, affectant même parfois un type pseudo-intermittent, tout en offrant, entre les frissons, une fièvre continue à caractère rémittent. Les malades sont alités ; ils se plaignent de bonne heure d'une grande prostration des forces, de céphalalgie, de douleurs dans les membres, de soif, de nausées, suivis bientôt de vomissements et de douleurs épigastriques.

La maladie bien déclarée est avant tout curieuse par sa marche thermique. Dans des cas légers la température ne dépasse point 38° à 39° centigrades. Mais ordinairement elle atteint dès le 1er et le 2e jour 39°, 39°,5, même 40°, et les jours suivants 40°, 40°,5, même 41° et au delà; 1° à 1°,5 de moins dans la matinée. Déjà vers la fin de la première semaine il y a souvent défervescence critique, plus souvent la crise a lieu dans la seconde, tandis que la maladie se décide lentement, avec abaissement thermique graduel, lorsqu'elle se prolonge pendant la troisième semaine. Le pouls suit les phases de la température, mais d'une manière moins prononcée. Les urines sont celles de la fièvre, parfois albumineuses. Les symptômes gastriques sont : dès le début de la fièvre ou peu

après surviennent, sans indigestion ou sans autre cause connue, des nausées, des vomissements aqueux, muqueux, plus tard bilieux, des douleurs épigastriques spontanées, augmentées par la pression, de l'anorexie, de la soif, etc. Au bout de 3 à 5 jours ces symptômes s'amendent pour disparaître bientôt. Il y a plutôt constipation que diarrhée que l'on observe quelquefois. La rate ne s'engorge point. Le herpès facial paraît quelquefois avant la crise. Le système nerveux est profondément atteint : céphalalgie, surtout fronto-temporale, abattement extrême, tendance à l'assoupissement, nuits mauvaises, douleurs au dos et dans les membres, en un mot physionomie typhoïde.

La fièvre une fois tombée, dans un tiers des cas dans la première, dans la moitié dans la 2me semaine, dans un sixième dans la 3me, la convalescence est assez rapide, mais il se passe 1 à 2 semaines avant que les malades reprennent leurs forces et la faculté de travailler. La guérison est la terminaison ordinaire ; la terminaison fatale est bien rare, on l'observe quelquefois, mais exceptionnellement, chez des jeunes enfants débiles. Le passage à un catarrhe chronique de l'estomac ne s'observe que rarement.

Le diagnostic est facile. L'irritation aiguë de l'estomac n'est ni fortement fébrile, ni spontanée et reconnaît ordinairement l'indigestion ou l'ingestion d'une substance irritante comme cause. L'affection typhoïde ordinaire offre l'engorgement de la rate, le météorisme, la diarrhée, les taches rosées et une marche plus prolongée et plus grave. Le typhus exanthématique se distingue par l'abondante éruption et par sa physionomie beaucoup plus grave. Dans la fièvre intermittente il y a rémission com-

plète, tandis que la fièvre persiste dans la rémission du catarrhe infectant de l'estomac. Il y a donc là une maladie infectieuse du groupe des typhus, à localisation gastrique, un véritable *gastrotyphus.*

Le pronostic est favorable; seulement quelquefois la maladie se prolonge pendant 15 à 21 jours à cause de la fièvre plus prolongée, des symptômes gastriques plus intenses, une récidive après la défervescence critique, etc.

Le traitement doit être expectant : séjour au lit, diète, boissons rafraîchissantes. Les vomitifs et purgatifs sont à éviter. On combattra des vomissements plus forts par la glace, les poudres effervescentes, la potion de Rivière, etc. Si la fièvre est intense et prolongée, des bains froids, le muriate de quinine, l'acide salycilique ou le salicylicate de soude seront utiles, mais d'un usage momentané. Lorsque l'appétit revient lentement, la teinture de rhubarbe, l'élixir d'écorces d'oranges, les amers en général faciliteront la convalescence et la progression vers un régime plus substantiel.

M. le Dr *Baader* a parlé de l'érysipèle en faisant ressortir ses principaux caractères et les complications qu'elle entraîne.

Le professeur *Miescher* présente des cerveaux de microcéphales et d'aliénés, il montre l'absence de certaines circonvolutions ou tout au moins leur état rudimentaire chez les idiots et les aliénés et il insiste sur l'hérédité comme jouant un rôle important dans la conformation du cerveau et les maladies qui en sont la conséquence.

M. le professeur *Socin* termine la séance en montrant plusieurs malades guéris malgré de graves lésions des os du crâne.

NOTICE

SUR

LA FONTAINE INTERMITTENTE

DE

VICHY-LES-BAINS

Près de l'établissement thermal de Vichy, dans le département de l'Allier, on voit une fontaine très-remarquable par la manière intermittente dont l'eau jaillit à intervalles assez éloignés; l'abondance de cette source, sa proximité d'un lieu fréquenté, la nature de ses eaux, enfin les circonstances particulières qui accompagnent ses éruptions lui ont donné une véritable réputation et ont provoqué maintes hypothèses relatives aux causes de ce singulier phénomène. J'ai profité d'un séjour à Vichy pour observer de près cette source et chercher à découvrir le mécanisme souterrain qui provoque ces perturbations dans l'écoulement naturel de l'eau. C'est cette étude qui fera l'objet de la notice suivante.

Tout le monde sait que l'Auvergne est une contrée éminemment volcanique; on peut constater encore aujourd'hui les restes d'une foule de volcans éteints, dont les cratères accusent d'abondantes éruptions.

Le sol a été fortement labouré par des soulèvements nombreux et ces bouleversements ont amené à la surface du sol les terrains primitifs qui se trouvent ainsi mis à dé-

couvert. En conséquence, il n'y a rien d'étonnant que l'on trouve en plusieurs points de cette région soit des sources chaudes venant des profondeurs de la terre, soit des substances volcaniques particulières, des laves, du soufre, etc., etc. C'est ainsi que les sources de l'*Hôpital* et de la *Grande-Grille* jaillissent avec abondance à une température de 33° environ; elles viennent sourdre naturellement sur la rive droite de l'Allier, à un demi-kilomètre de distance l'une de l'autre.

Les sels alcalins et les gaz qu'elles contiennent les ont fait rechercher dès les temps les plus anciens pour les affections gastriques et l'on voit plusieurs lettres de Mme de Sévigné, datées de son pavillon de Vichy où elle venait se réfugier pour y fuir ses crampes d'estomac et retrouver sa gaîté et son esprit.

Lorsque ces eaux de Vichy prirent une célébrité considérable il y a quelques années, la spéculation s'empara des habitants et plusieurs d'entre eux firent exécuter dans leur jardin des perforations mécaniques pour chercher à obtenir des sources semblables à celle de l'Hôpital et de la Grande-Grille. Ces perforations étaient toutes rendues difficiles à cause de l'épaisseur et de la nature de la roche qui forme le plancher général de la vallée, cependant chaque puits artésien, creusé à une profondeur suffisante, donna de bons résultats. Lorsque le fleuret atteignait une profondeur de 100 à 110 mètres, l'eau se montrait ordinairement en abondance et montait jusqu'au niveau du sol; cependant, arrivée à cette hauteur, son écoulement était lent et sans pression. Les perforations mécaniques ont donné ainsi plus de douze sources qui sont exploitées actuellement et qui doivent, si l'on en croit les prospectus guérir de tous les maux.

Le niveau général de la vallée de l'Allier est peu accidenté dans la partie où se trouvent ces sources, aussi à part la différence de quelques mètres seulement qui correspond aux puits les plus éloignés, on peut considérer comme établi qu'il y a une nappe d'eau souterraine à environ 100 mètres sous le sol et que cette eau supporte une pression sensiblement égale à 10 atmosphères. Probablement que cette eau descend des montagnes de l'Auvergne qu'elle pénètre par petits affluents entre deux couches de roches imperméables, ces couches s'enfoncent de plus en plus puis prennent une position parallèle au sol. L'eau s'y trouve sous une pression correspondante à la charge des affluents et s'élève d'elle-même jusqu'au niveau de la plaine dès qu'on pratique mécaniquement une ouverture dans la couche rocheuse supérieure.

Ceci bien entendu n'est qu'une hypothèse, mais l'ensemble des résultats fournis par tous les puits artésiens de cette contrée permet de lui accorder une certaine créance.

Après avoir opéré plusieurs perforations sur la rive droite, on en exécuta aussi une sur la rive gauche, à environ cinq cents mètres de la rivière. Les débuts de ce travail furent identiques à ceux de l'autre rive et l'on dût percer le roc sur une profondeur de 107 mètres.

Quand le fleuret eut atteint cette cote, l'eau se mit à jaillir avec abondance à près de 15 mètres en l'air, elle monta à gros bouillons en s'élançant par l'orifice et en répandant des émanations sulfurées. Le jet se maintint quelque temps, puis tout à coup s'arrêta complétement, les abords de la fontaine se séchèrent peu à peu et l'on crut que tout était fini ; mais cinq ou six heures plus tard à l'étonnement général, une seconde éruption parut et se

présenta sous les mêmes apparences ; l'eau bondissait à plusieurs mètres de hauteur en dégageant une grande quantité de gaz où l'on remarquait surtout de l'acide carbonique et de l'hydrogène sulfuré. Cette seconde éruption cessa également tout à coup et la fontaine tarit pour la deuxième fois. A partir de cette époque et jusqu'à maintenant, cette intermittence s'est toujours maintenue. Les propriétaires de la source font afficher aux bains de Vichy l'heure à laquelle la fontaine jaillira de telle sorte qu'il est facile à tout le monde d'assister à ce curieux phénomène hydraulique.

Comme nous désirons donner une explication plausible des causes qui agissent dans les alternances de cette fontaine, nous allons retracer minutieusement les diverses phases d'une éruption.

Si l'on arrive une demi-heure avant l'heure indiquée pour l'apparition de l'eau, on entre dans un jardin plein de fleurs dont les allées sinueuses conduisent à un rond-point central où se trouve la fontaine à sec. L'extrémité supérieure du tube de fonte que l'on a descendu dans le trou pour capter la source se montre à environ 40 centimètres au-dessus d'un bassin circulaire de jolies dimensions en pierre de taille.

Ce tube de fonte a un diamètre intérieur de 70 millimètres. Un grand panier circulaire l'entoure en entier et contient une foule d'objets qui passent à l'état de pétrification par le dépôt des sels dissous dans l'eau de la source.

Si l'on attache une balle à une ficelle et qu'on laisse descendre la balle dans l'orifice ouvert du tube, on voit que l'eau est très-près de la surface du sol, un ou deux

mètres au plus, en effet on retire la balle mouillée dès qu'elle est descendue à une petite profondeur.

A mesure que l'heure indiquée pour le jaillissement approche, le sondage montre que l'eau s'élève, mais lentement, dans l'intérieur du tube. A l'heure dite, l'eau effleure juste le sommet supérieur de l'orifice, elle a mis une demi-heure pour monter de 1 mètre 65 centimètres.

Une première goutte d'eau se détache du ménisque liquide formé au-dessus de l'ouverture et va tomber dans le panier à pétrifications, puis bientôt une seconde goutte la suit; les gouttes se serrent de près et se transforment en un petit filet. A ce moment quelques bulles de gaz apparaissent sur la surface du ménisque et provoquent la formation d'un jeu de mousse blanchâtre bientôt dissipée; le filet d'eau augmente, le tube qui n'était mouillé que sur un ou deux points dans sa partie latérale est maintenant entièrement mouillé car l'eau déborde sur tout le pourtour supérieur. Les bulles de gaz se montrent avec plus d'abondance et agitent constamment la surface de l'eau.

Quatre minutes après la sortie de la première goutte d'eau, le gaz se dégage avec assez d'énérgie de la colonne liquide et tout à coup cette fontaine si morne et si paisible envoie dans les airs une énorme quantité d'eau à plein jet qui s'élève à 10 ou 12 mètres de hauteur et retombe dans le bassin circulaire. La transition est presque instantanée et s'effectue en 20 ou 25 secondes.

L'eau monte par saccades, quelques jets vont plus haut, d'autres partent avec moins de force, le jet se coupe, puis reprend, s'interrompt encore et recommence. Ces masses liquides projetées dans l'air y produisent des silhouettes étranges, on voit des bras, des ailes, des voiles

se détacher, de corps bizares qui s'abattent aussitôt formés. Il semble que cette eau est un peu visqueuse, car l'on n'est pas habitué à la voir projetée en masses aussi compactes.

La quantité de gaz qui se dégage est suffisante pour que la totalité du liquide revête une couleur blanc de neige, ce qui contribue beaucoup à faciliter le travail de l'imagination en face de ces apparitions curieuses et fugitives.

Pendant une heure la fontaine débite constamment ses eaux sulfureuses et alcalines ; la colonne liquide s'échappe de l'orifice avec des vitesses assez variables ; quelques jets montent encore de temps en temps à 7 ou 8 mètres, mais la hauteur générale a baissé et se maintient à 3 ou 4 mètres de l'orifice du tuyau supérieur.

Dans les courts instants qui séparent la sortie des jets successifs, on voit les gaz sortir avec abondance du tube, ils se distinguent aisément par le chatoiement qu'ils provoquent quand on regarde les objets situés de l'autre côté du bassin. La grande différence de densité de ces gaz avec l'air produit le même phénomène qu'un réchaud répandant au-dessus de lui de l'air chaud. En regardant au travers les corps placés plus loin, on voit leur contour tremblotter, les lignes deviennent vagues et semblent animées de mouvements vibratoires. On observe ces apparences d'une manière très-nette en examinant le bord du bassin ou les bosquets du jardin qui se voient au-dessus de la fontaine.

Les intervalles qui séparent la projection des jets successifs varient d'un dixième à un quart de seconde environ dans la première heure qui suit le commencement de l'éruption ; lorsque le phénomène tire à sa fin, les jets

s'espacent davantage et on peut constater des arrêts d'une demi ou même d'une seconde entière. Après ces intervalles les plus longs, le jet suivant s'élève toujours plus haut que les précédents.

Les jaugeages assez nombreux qui ont été faits sur la quantité d'eau débitée pendant une éruption entière permettent de la fixer comme moyenne de 25 à 30 mille litres.

Dans les cinq minutes qui précèdent la terminaison du jaillissement, le jet s'abaisse progressivement mais s'élève toujours à une hauteur d'au moins 50 à 80 centimètres. La fontaine fait entendre passablement de bruits sourds et le gaz continue à sortir abondamment en répandant des odeurs sulfureuses très-pénétrantes car il s'y joint des essences de bitume dont les vapeurs rappellent celles du pétrole ou du naphte.

L'analyse chimique de ces eaux a constaté la présence d'hydrocarbures et d'hydrogène sulfuré unis aux principes alcalins qui dominent essentiellement dans les sources de Vichy.

La terminaison de l'éruption est aussi brusque que le départ; le dernier jet a été projeté en l'air comme les précédents, puis c'est tout; la fontaine a tari. En quelques instants le goulot de la source se sèche et tout dégagement de gaz est suspendu ; l'arrêt a été aussi définitif que prompt.

En cherchant avec une balle la profondeur à laquelle il faut la laisser descendre dans le tuyau de la source pour retrouver l'eau, on constate une dénivellation de 5 à 6 mètres variant suivant les cas. Quand l'éruption a été très-forte l'eau descend plus bas, au contraire elle reste plus près du sol quand le jaillissement a été plus court.

L'intervalle qui sépare les éruptions est également un peu variable et obéit aux mêmes causes ; l'intervalle est d'autant plus long que le dernier jaillissement a duré plus longtemps et que la masse d'eau sortie a été plus considérable. En général, il y a quatre jaillissements en 24 heures, ce qui porte à 4 $^{1}/_{4}$ heures l'intervalle qui sépare deux éruptions successives, car l'on compte que la durée totale du phénomène est d'environ une heure et demie.

La température de l'eau est sensiblement constante toute l'année et se maintient à 18° centigrades. La quantité d'eau sortie est aussi à peu près indépendante des saisons.

Pendant le séjour que j'ai fait à Vichy, j'ai assisté à plusieurs éruptions qui ont toutes été identiques et les fermiers de la source m'ont affirmé n'avoir jamais vu de modifications importantes depuis bien des années dans l'état de cette source si curieuse.

Tels sont d'une manière sommaire les phénomènes principaux de la fontaine intermittente qu'il s'agit d'expliquer d'une manière rationnelle.

Dans la plupart des traités de physique on trouve généralement un chapitre consacré aux fontaines intermittentes et l'on a construit deux appareils de laboratoire qui donnent artificiellement des résultats analogues. Le premier et le plus connu se nomme le *Verre de Tantale,* appelé ainsi parce qu'il se vide instantanément dès qu'on l'a rempli. Un tube en verre courbé passe par le fond du verre et sa partie supérieure contournée en forme de demi-cercle constitue un syphon qui est capable de vider le verre jusqu'à sa dernière goutte dès qu'il est amorcé. Or il s'amorce de lui-même quand on remplit le verre jusqu'à la partie supérieure du syphon, de cette manière en

alimentant le verre constamment par un filet d'eau, le verre se videra d'une manière intermittente et donnera une idée de ce qui se passe dans quelques localités des Alpes, des Pyrénées et de l'Atlas en Afrique.

On suppose que dans la montagne, à une certaine profondeur, se trouve une grotte qui reçoit des affluents de diverses sources. De cette grotte un canal de sortie commence par s'élever pendant quelques mètres ou seulement quelques pieds, puis redescend jusqu'à sa sortie hors de terre. Quand la grotte est remplie d'eau, elle permet au syphon de s'amorcer dès que le niveau supérieur du canal de sortie est noyé. A partir de ce moment, la fontaine coulera et donnera de l'eau jusqu'à ce que la grotte soit vidée à la hauteur du canal de dégagement. Cette explication est très-valable pour les fontaines intermittentes naturelles qui se trouvent dans les montagnes, car lors même qu'on ne peut contrôler aucune des assertions, elles sont toutes probables et parfaitement réalisables; ici dans le cas qui nous occupe, nous ne pouvons en aucune façon l'admettre, car on sait d'une manière positive que le tube ascensionnel est *droit* puisqu'il provient d'une perforation mécanique.

On doit en conséquence éliminer l'action d'un siphon pour l'interprétation naturelle de la fontaine de Vichy.

Le second appareil imaginé pour expliquer l'intermittence des sources est plus complexe que le premier, voici en quelques mots sur quels principes il repose.

Un récipient est rempli d'eau par un orifice percé à son sommet. On bouche cet orifice d'une manière hermétique en laissant un peu d'air dans la partie supérieure. Au bas de ce réservoir est un orifice d'écoulement qui permet à l'eau de tomber dans un bassin.

Dès qu'une petite quantité d'eau est sortie du réservoir il se produit un vide relatif dans la chambre d'air et la pression atmosphérique s'oppose à l'écoulement de l'eau. Afin de permettre à la fontaine de recommencer à couler, il faut laisser rentrer un peu d'air dans le réservoir, ce qui s'obtient automatiquement par un petit tuyau qui débouche d'un côté dans la chambre d'air du réservoir supérieur, de l'autre à un millimètre au-dessus du fond du bassin qui reçoit l'eau. Si l'on perce ce bassin, l'eau qu'il contient s'écoulera au dehors et dès qu'il sera vide, l'extrémité de ce tube restera à découvert, immédiatement une certaine quantité d'air entrera dans le réservoir supérieur, l'écoulement se fera et l'eau tombant dans le bassin viendra fermer l'orifice du tuyau, de là un second arrêt de la fontaine qui sera d'autant plus long que le trou percé au bassin est plus petit, mais peu à peu ce bassin se videra une seconde fois, permettra à l'air de rentrer dans le réservoir, et ainsi de suite on aura une série d'écoulements intermittents jusqu'à ce que le réservoir soit vide.

Il est évident que cette disposition ne peut encore en aucun cas servir de base à une explication de la fontaine de Vichy et qu'on doit chercher ailleurs la cause des intermittences.

Plusieurs personnes ont cru voir dans les jaillissements de cette source de véritables éruptions volcaniques, dans lesquelles l'eau remplace la lave, d'autres les ont comparées aux Geiser d'Islande, à ces éruptions de boues et d'eau qui sont si remarquables et qui peut-être bien sont produites par les mêmes causes.

Voici d'après l'examen attentif que j'ai fait de cette source l'explication la plus simple et la plus naturelle qu'on peut donner de la fontaine intermittente de Vichy.

Nous avons vu que toutes les perforations mécaniques que l'on a pratiquées dans un rayon de quelques kilomètres autour des bains ont amené au même résultat. Après avoir percé une épaisse couche de roches, on rencontre une nappe d'eau qui est maintenue sous une pression d'environ 10 atmosphères et permet ainsi à l'eau de s'élever sans difficulté jusqu'au sol ou très-près du sol. D'autre part, nous savons que tous les terrains de la vallée sont volcaniques et contiennent des éléments capables au contact de l'eau ou même directement par leurs affinités chimiques, de développer beaucoup de gaz : acide carbonique, hydrogène sulfuré, etc., etc. Il est impossible de savoir exactement d'où proviennent ces gaz, mais leur présence est constatée dans presque toutes les régions volcaniques sans exception.

Ainsi voici deux points géologiques bien certains :

1° *A environ 100 mètres sous la surface du sol, il y a une couche d'eau d'une certaine épaisseur maintenue sous une pression constante de 10 atmosphères;*

2° *Il y a, à la même profondeur et sous la même pression, une production constante de gaz, acide carbonique et hydrogène sulfuré.*

Ces deux points étant admis, je suppose que la surface rocheuse qui est au-dessus de l'eau et qui reçoit la pression de bas en haut n'est pas absolument plane, elle offre certainement des ondulations et des excavations plus ou moins prononcées; il va sans dire que la nappe d'eau dont nous parlons n'est pas un *lac souterrain* mais bien le résultat d'infiltrations très-abondantes se faisant sous une couche imperméable et très-dure.

Représentons dans la figure 1 (Planche I) la section des terrains où se trouve la fontaine.

O est l'orifice supérieur du tube par où l'eau s'échappe.

B est le bassin qui reçoit le jet d'eau.

C est le conduit obtenu par la perforation mécanique au travers des couches profondes du sol.

D E F G sont les quatre couches principales de terrain qui ont été perforées.

H est le point où le fleuret est sorti de la couche G et a donné dans la veine liquide.

Nous pouvons *supposer* que dans le voisinage immédiat du point H se trouve une voûte de forme quelconque que nous avons indiquée en I. Cette voûte peut être grande ou petite, très-surbaissée ou au contraire fort élevée, cela ne change rien à l'explication, seulement nous supposons que le fleuret est sorti *contre le flanc de la voûte* et pas dans sa partie supérieure ; il est indispensable que le sommet de la voûte I ne coïncide pas avec le point H, à part cela, la position relative de ces deux points peut être quelconque.

L'eau représentée en 4 est sous une pression constante de 10 atmosphères.

Les gaz qui se dégagent de l'eau et des couches rocheuses inférieures M, N, etc., se trouvent sous la même pression, mais cherchent toujours à se porter vers les parties supérieures, de telle sorte que la cavité I recevra constamment des bulles de gaz provenant des actions chimiques des terrains avoisinants.

Lorsque la cavité I sera presque pleine, il arrivera un moment où le niveau de l'eau prendra la position indiquée dans la figure I, c'est-à-dire qu'il affleurera au point H où débouche le canal de la fontaine. A ce moment

quelques bulles de gaz passeront par l'orifice et se mêleront à l'eau contenue dans le tube.

Ce sont ces premières bulles qui apparaissent sur le ménisque de l'eau au moment où celle-ci atteint le bord supérieur du goulot de sortie.

La hauteur de la colonne liquide de O en H fait exactement équilibre à la pression des gaz en I.

La formation des gaz continue et la cavité I est trop petite pour les contenir, ils doivent donc s'écouler au dehors par la cheminée H O, mais ces bulles passent de la pression 10 atmosphères à 1 atmosphère seulement, elles subissent en conséquence une forte dilatation et rompent la colonne liquide en séparant le jet en petits tronçons qui se suivent de très-près. Le poids total de la colonne O H est par ce fait fortement diminué et la pression correspondante n'est plus capable de faire équilibre à la pression intérieure qui n'a pas changé. Il résulte donc de l'introduction des bulles de gaz dans la cheminée O H une grande différence de densité pour ce mélange de gaz et d'eau, aussi la pression intérieure n'étant plus contrebalancée, l'eau jaillira abondamment par l'orifice O et s'élèvera à plusieurs mètres au-dessus du sol.

Le phénomène doit être très-brusque et doit atteindre de suite son maximun d'intensité, car la cavité I étant à une pression de 10 atmosphères, les gaz qu'elle contient subissent immédiatement une légère dilatation et cherchent d'autant plus à passer par l'orifice H que leur volume s'est augmenté ; plus ils passent vite plus la pression représentée par O H diminue, plus ils se détendent. Nous concluons de là que les premières minutes doivent correspondre au maximum d'élévation du jet au-dessus du sol, et nous savons que c'est ce qui a lieu.

Au bout d'un certain temps l'eau et les gaz sont sortis en suffisante quantité pour que l'équilibre puisse s'établir entre la pression en I et la pression correspondante de la colonne O H, alors les gaz ne peuvent plus passer par l'orifice H, l'eau seule s'engage dans le canal. La densité absolue augmente et la charge est assez forte pour que la fontaine s'arrête instantanément.

Les gaz qui se forment sans interruption tout autour de la voûte et dans l'eau avoisinante viennent de nouveau s'accumuler dans la partie supérieure de I et recommencent à faire baisser le niveau général du liquide contenu dans la poche I. Après quatre heures et demie environ, le niveau de l'eau atteint de nouveau le point H ; la fontaine jaillira une seconde fois et ainsi de suite on verra apparaître les diverses intermittences de la source.

Si nous représentions en P un second tube qui descende dans l'eau et soit constamment noyé à sa partie inférieure et dont l'autre extrémité viennent jusqu'à la surface du sol, nous verrions que l'eau est au même niveau dans les deux tubes P et O H au commencement du jaillissement, lorsque les premières petites bulles apparaissent : puis dès que l'eau s'élève en l'air, nous constaterions dans le tube P une légère dénivellation correspondant à la sortie et à la détente des gaz dans la voûte I. Cette dénivellation irait constamment en augmentant jusqu'à la terminaison de l'écoulement. Au moment de l'arrêt du jet, instantanément les hauteurs dans les deux tubes deviendraient égales.

Telle est l'explication rationnelle et simple qui nous paraît rendre compte d'une manière suffisante de l'intermittence de la source de Vichy.

La seule hypothèse que nous sommes obligés de faire

consiste dans l'existence d'une voûte de forme quelconque, perforée dans son flanc par le fleuret, de telle sorte que le point H ne coïncide pas avec la partie supérieure.

Cette hypothèse ne présente rien d'anomal, surtout si l'on remarque qu'à la fin du jaillissement la pression intérieure a légèrement diminué, elle a faibli de 5 à 6 mètres. Ceci nous montre que si l'on enlève brusquement 25 à 30 mille litres d'eau de la poche I les infiltrations produites dans les terrains inférieurs ne comblent pas instantanément le vide fait par la sortie de cette eau, mais demandent un léger appel représenté par cette baisse de la colonne liquide O H. Ainsi donc la nappe d'eau rencontre des obstacles multiples lorsqu'une saignée est pratiquée un peu abondamment sur un point. Nous pouvons en conclure que les surfaces supérieures de roches dures ne sont point unies et parfaitement horizontales, elles sont en contact par mille points divers avec les terrains inférieurs où se trouvent les infiltrations. Il est aisé, dans ces conditions, de se représenter une poche ou une voûte plus ou moins grande comme facile à rencontrer.

Afin de donner à notre explication un caractère plus précis, nous avons construit un petit appareil reproduisant identiquement toutes les phases de la fontaine de Vichy et basé sur les principes développés plus haut.

Il est représenté dans notre figure 2.

Un bassin de cuivre semblable à celui dont on se sert pour la fontaine de Héron, est représenté en A. Deux tubes en verre B et C percent le fond du plateau. Le tube C est terminé par une petite lance d'un millimètre d'ouverture, et le tube B ouvre en plein au fond du bassin sur lequel il est mastiqué.

Les deux tubes sont de même longueur et descendent dans un flacon F d'environ 5 litres de capacité.

Ils sont serrés dans un bouchon de caoutchouc hermétique qui se place sur le goulot du flacon.

Le tube C, à son extrémité inférieure et à trois centimètres environ du bout, est perforé latéralement. On pratique une ouverture d'un demi-millimètre de diamètre. Cette ouverture représentée en D peut se faire sur un tube de cuivre ajusté au bas du tube de verre.

Les deux tubes C et B ont leur extrémité inférieure ouverte et située à quelques centimètres du fond du flacon.

Le bouchon laisse passer un troisième petit tube en verre ou en métal, mis en communication avec une poire de caoutchouc qui fait pompe de compression E.

Cette poire est garnie de deux petites soupapes qui permettent de comprimer de l'air à volonté dans le flacon F.

Pour faire fonctionner cette fontaine il faut commencer par remplir le flacon F d'eau jusqu'à ce que l'orifice D du tube C soit immergé. Pour cela il suffit de verser de l'eau dans le bassin A et d'ouvrir momentanément soit le bouchon, soit le tube de caoutchouc qui réunit la poire au flacon. Dès que le niveau de l'eau est suffisamment élevé, on comprime de l'air dans le flacon au moyen de la pompe. On voit alors l'eau s'élever simultanément dans les deux tubes de verre et bientôt le bassin A reçoit le trop plein du flacon, mais à ce moment l'orifice D est mis à découvert, car le niveau s'est abaissé dans le flacon F, l'air peut s'engager par la petite ouverture dans le tube C et une foule de bulles gazeuses apparaissent dans l'intérieur de la colonne liquide. Immédiatement aussi un jet

d'eau s'élève par l'orifice supérieur du tube C et retombe dans le bassin A après avoir été projeté à 30 ou même 50 centimètres en l'air. Le jet se coupe, puis reprend, monte capricieusement plus ou moins haut, suivant la quantité de gaz qui passe par le petit orifice.

Lorsque la pression de l'air dans le flacon a suffisamment diminué pour que la colonne d'air et d'eau contenue dans le tube C lui fasse équilibre, la fontaine s'arrête immédiatement.

Dès qu'on recommence à pomper de l'air, la fontaine reprend, mais toujours par saccades et par intermittences.

Dans cet appareil, la nappe d'eau sous pression constante, que nous avons décrite comme se trouvant à environ 100 mètres de profondeur dans la vallée de Vichy, est représentée par l'eau contenue dans le flacon ; la pression est rendue constante au moyen du tube B ouvert à ses deux extrémités ; toute l'eau qui sort par le tube C rentre au fur et à mesure par l'autre tube, de manière que la charge de la colonne liquide du tube B est constante.

La voûte I est représentée par le flacon F et nous avons pris pour l'ouverture H un point quelconque de l'intérieur, pourvu qu'il ne se trouve pas au sommet près du bouchon.

La production constante de gaz acide carbonique et hydrogène sulfuré est remplacée dans notre appareil par le jeu de la pompe qui chasse constamment de nouvelles quantités d'air dans le flacon.

La manière dont le jaillissement de l'eau s'opère au moyen de l'appareil représenté à la figure 2, est absolument semblabe aux différentes phases décrites pour la fontaine de Vichy.

La discussion du problème physique nous permet d'établir quelques restrictions nécessaires pour la production des intermittences dans le jet d'eau.

Il est indispensable que la quantité d'air ou de gaz formée ou introduite dans le flacon F ou dans la voûte I *soit inférieure* à la quantité débitée pendant le jaillissement, sans cela le phénomène pourrait se prolonger indéfiniment ou même cesser complétement, la colonne liquide étant remplacée par une colonne gazeuse sans pression. Ce serait alors une fontaine de gaz au lieu d'être une fontaine d'eau. Il est facile de vérifier cette conclusion par notre appareil, il suffit de faire fonctionner la pompe plus rapidement; le jaillissement devient constant et si l'on force un peu plus, la pression de l'air sur l'eau est suffisante pour que l'air seul s'engage dans le tube C, il ne sort plus que de l'air par l'orifice de la lance.

Il est nécessaire également que l'orifice D ne soit mis à découvert que lorsque la pression est suffisante pour amener l'eau dans le bassin A. Si le manque d'eau amenait l'abaissement du niveau d'une manière trop rapide dans le flacon F, l'eau s'élèverait plus haut dans le tube C que dans le tube B, mais il n'y aurait pas de jet extérieur; la fontaine serait sous terre et invisible.

La hauteur du jet au-dessus du bassin A varie suivant plusieurs éléments. On peut la calculer aisément si l'on connaît la quantité d'air introduite dans le tube et la hauteur de ce tube. Plus il y a d'air, plus la densité relative du mélange d'air et d'eau contenu dans le tube C est faible, et plus, en conséquence, le jet sera puissant. Si le tube C est très-long, la différence absolue des pressions représentées par les colonnes des tubes C et B sera considérable, en sorte que le jet sera plus actif; ainsi la hau-

teur du jet est proportionnelle à la longueur du tube C et à la quantité d'air introduite dans l'eau.

La quantité d'eau qui est projetée varie suivant la hauteur du jet et la quantité d'air qui y est mêlée. Supposons l'équilibre parfaitement établi dans les deux tubes C et B et introduisons dans le tube C une toute petite bulle d'air. Elle suffira pour rompre cet équilibre et aussitôt toute la colonne liquide contenue dans le tube C montera dans le bassin A et redescendra par le tube B. La hauteur du jet sera nulle ou presque nulle, mais la quantité d'eau sera considérable.

Faisons passer une succession de bulles d'air dans le tube C, le jet montera de plus en plus haut au fur et à mesure que la dépense d'air aura augmenté.

Enfin, si l'on compare d'une part *le travail* dépensé par le jeu de la pompe à air et, d'autre part, simultanément la *quantité d'eau* projetée, en tenant compte de *la hauteur du jet*, on tombe sur une identité absolue, déduction faite du travail perdu par les frottements de l'eau dans les tubes.

Les éléments de ce calcul sont cependant en apparence complétement hétérogènes ; dans un membre on introduit la compression de l'air, suivant la loi de Mariotte, d'une pression P à une autre supérieure P', c'est le travail de la pompe en kilogrammètres ; dans l'autre membre figure une masse d'eau élevée à une certaine hauteur par une différence de densité résultant du mélange de l'eau et du gaz comprimé. Ces deux membres sont pourtant rigoureusement égaux et doivent l'être par le principe général de l'équivalence.

La discussion mathématique de ce problème conduit à la formule du second principe mécanique de la chaleur,

dans laquelle les températures sont représentées par les *hauteurs absolues* des différentes masses d'eau, les quantités de chaleur par les quantités d'eau et le travail mécanique par le travail de la pompe.

Nous avons vu qu'avec une bulle infiniment petite introduite dans un tube C de grande dimension on ferait passer une quantité d'eau presqu'infinie par l'orifice supérieur, mais il est vrai *sans jet* ou *presque sans jet*. On sait que pour faire passer d'un corps à température A une grande quantité de chaleur dans un second corps à la même température A, il faut une quantité infiniment petite de travail.

Les phénomènes sont de même ordre et permettent une comparaison sur toutes les hauteurs comme sur toutes les températures.

Les jets de masses liquides représentent les transports de quantités de chaleur avec écarts de température.

Telles sont les principales conclusions auxquelles on arrive en discutant le principe sur lequel est basée notre explication de la fontaine intermittente de Vichy.

Raoul PICTET.

SUR

LES AFFLEUREMENTS GÉOLOGIQUES

DES SALINES DE BEX

Par M. F. POSEPNY[1]

La question de l'âge des terrains salifères de Bex est encore loin d'être résolue. Malgré les études suivies et détaillées de Charpentier, Studer, Mérian, Lardy, Alberti et Chavannes, les géologues ne sont pas encore d'accord au sujet du véritable horizon géologique qui doit leur être définitivement accordé. Généralement considérés comme triasiques jusqu'à ces dernières années, M. Chavannes leur attribue actuellement une origine éocène. Selon lui — et je partage aussi son opinion — les terrains des environs de Bex terminent la grande zone de gypse tertiaire qui s'étend depuis les bords du lac de Thoune, à travers la vallée d'Adelboden et le col de Pillon, jusqu'à la vallée du Rhône et même au delà. Enfin, ces derniers temps, ils ont été l'objet d'études détaillées de la part d'un géologue autrichien, M. F. Posepny, qui, dans le mémoire que je viens de traduire et qui intéressera, j'espère, une partie des lecteurs des *Archives*, leur assigne un âge *liasique*[1]. Il est à espérer que cette étude

[1] *Verhandl. K. K. geolog. Reichsanstalt*, n° 5, 1876 (séance du 7 mars).

d'un géologue étranger sera le point de départ de nouvelles recherches de la part de nos géologues suisses. Pour le moment, nous attendons avec impatience la publication en cours d'exécution du travail de M. Renevier sur le massif des Diablerets et ses environs, travail qui, à ce que nous pouvons supposer, nous fournira sans doute de nouvelles données sur les terrains en litige.

En attendant, voici la traduction plus ou moins libre du mémoire de M. Posepny.

« Dans les salines en général et principalement dans celles des Alpes, les affleurements géologiques laissent beaucoup à désirer; car la crainte de voir pénétrer les eaux ennemies dans les mines, limite au plus haut degré l'exploitation des roches environnantes. Comme à Bex cette circonstance si dangereuse n'existe pas, c'est dans l'espoir de rencontrer des affleurements plus nombreux qu'ailleurs, que je me suis décidé à entreprendre cette étude. Je crus que les nombreuses publications faites sur les environs de Bex, faciliteraient ma tâche; mais j'oubliais que cette littérature appartenait en grande partie à une époque où les connaissances géologiques n'étaient pas encore bien développées. Ce fait, ainsi que le manque d'une carte géologique de la localité et d'un plan des mines, me procurèrent maintes difficultés.

« Au commencement, on n'utilisait à Bex que les sources salées naturelles. Divers travaux exécutés pour tâcher d'augmenter la quantité de ces eaux, montrèrent que celle-ci diminuait avec la profondeur.

« En 1823, la production du sel était tombée de 1300000 kilogrammes à 700000. C'est alors que J. de Charpentier, le directeur des mines qui s'est fait connaître par ses remarquables travaux sur les glaciers, commença

en 1825, à exploiter la roche salifère elle-même et augmenta ainsi de nouveau la production du sel. De 1842 à 1852, celle-ci était en moyenne de 1700000 kilogrammes et en 1873 de 1900000, dont 23 °/₀ provenait des sources salées et 77 °/₀ de la roche salifère lavée artificiellement.

« La consommation du sel en Suisse est chaque année d'environ 31 millions de kilogrammes, dont Bex ne donne que les 6 ou 7 °/₀. Le reste est fourni par les salines des bords du Rhin et par l'étranger.

« Toutes les sources salées des environs de Bex proviennent du gypse et doivent certainement leur contenu en sel à l'anhydrite qui, partout où on a eu l'occasion d'aller un peu profond, s'est toujours rencontré sous le gypse. Maintenant que nous connaissons les heureux résultats des nombreuses entreprises pour l'exploitation du sel en Allemagne et ailleurs, personne n'osera plus mettre en doute la connexion génétique qui existe entre le gypse, l'anhydrite et le sel. Nous savons que ces substances, ainsi que quelques autres qui leur sont associées, représentent un dépôt fait par des solutions concentrées, et qu'elles sont ainsi des formations chimiques qui, par leurs caractères extérieurs particuliers, se distinguent des roches sédimentaires d'origine mécanique. C'est en tenant compte de la connexion intime qui unit ensemble ces formations chimiques, que dans mes travaux sur les terrains salifères de la Transylvanie, j'ai donné à toutes ces substances le nom de *roches salinaires*. Le sel le plus pur avec de faibles bandes (*Streifen*) d'un trouble argileux, ne se distingue du *Haselgebirge* [1] des salines alpines, que par la pré-

[1] Le *Haselgebirge* est une roche argileuse qui renferme de minces bandes de sel.

dominance d'une de ces substances. Il en est de même du sel qui alterne avec de minces bandes d'anhydrite (comme par exemple à Stassfurt) et de l'anhydrite de Bex qui contient de faibles bandes de sel. Et pourtant il y a eu une époque pendant laquelle on ne pouvait expliquer autrement cette connexion, qu'à l'aide du volcanisme. Dans une lettre à L. de Buch, J. de Charpentier décrit le sel qu'il a découvert dans l'anhydrite, comme un filon de roche de sel et explique la présence des bandes de sel et du ciment de sel qui unit ensemble les fragments épars des roches qui se rencontrent ici, comme une preuve patente de la sublimation du sodium.

« J'ai étudié soigneusement dans l'ancienne exploitation et dans la nouvelle, les caractères de la roche salifère et j'ai trouvé qu'ils sont analogues à ceux que j'ai rencontrés dans les autres salines. Des bandes d'anhydrite, de substance argileuse et de sel, alternant ensemble forment les plis et les découpures que l'on connaît et qui sont en général caractéristiques des roches salinaires. La stratification en forme de zigzags se rencontre en plusieurs points sur les parois de la roche et cela d'autant plus distinctement que la surface mise à nu est plus grande.

« Des roches fragmentées et des morceaux désagrégés ayant appartenu évidemment à la même masse, sont relativement plus rares que dans les autres salines que j'ai étudiées. J'ai rencontré ici pour la première fois, dans le mélange d'anhydrite et de sel, des cristaux empâtés de quartz. Ce fait n'était connu jusqu'ici que des gypses de Grenade et de Murcie.

« Les relations de stratification des terrains de gypse et d'anhydrite de Bex, n'ont pas encore été étudiées suffisamment en détail. J. de Charpentier a publié le travail

le plus considérable sur ce sujet. Il distingue deux zones de gypse qui sont intercalées dans les calcaires et les schistes des environs : une inférieure et une supérieure un peu moins puissante, qui sont séparées l'une de l'autre par une zone épaisse de calcaires et de schistes. Il indique que ce massif de couches a une position à peu près horizontale ; il paraît ignorer que très-souvent celles-ci sont fortement inclinées, et ne donne pas assez d'importance aux contournements des couches qu'il a observés. B. Studer a déjà mis en doute cette stratification en forme de maît des assises superposées des calcaires et de l'anhydrite. Pour ce qui me concerne, j'ai trouvé ici des faits qui ne se laissent pas expliquer d'une manière si simple.

« Nous avons premièrement, ce que Charpentier a, du reste, déjà avoué, outre la zone principale sus-mentionnée des intercalations de calcaires et de schistes d'une puissance de 20 à 40 mètres, dans chacun des massifs de gypse. Les mines principales et les affleurements les plus importants sont dans la vallée de la Grionne qui se jette dans le Rhône au-dessous de Bex. Ici, où devrait se rencontrer le massif de calcschistes qui sépare les deux zones de gypse, nous ne trouvons pas seulement un, mais bien deux massifs de calcschistes séparés par de l'anhydrite : l'un est dans le voisinage du puits du Bouillet et dans la région d'Entre-deux-Grionnes ; l'autre, au-dessus de la galerie de Coulot [1]. Ces deux massifs, ainsi que l'anhydrite dans lequel ils se trouvent, ont presque partout une stratification très-inclinée, qui devient souvent verticale.

« La structure pétrographique, la puissance, ainsi que

[1] Lisez *Coulaz*.

les fossiles de ces deux massifs sont les mêmes et il n'est pas invraisemblable qu'ils n'appartiennent à une seule et même assise continue. A distance à peu près égale, et de chaque côté de ces épais massifs de calcschistes, se trouvent de puissantes assises des mêmes roches; ainsi, au sud-ouest de l'ouverture de la galerie du Bouillet, sur le versant de la vallée et sous terre, dans la galerie de recherche appelée le *cylindre,* qui a joué un grand rôle lors de la recherche, à la limite de cette roche, des sources salées liées à l'anhydrite. Ici, il est probable que de ces quatre zones de calcschistes, il y en a alternativement deux qui représentent une seule et même zone continue et forme ainsi des plissements très-inclinés. Le massif d'anhydrite qui se trouve entre les deux puissantes zones de calcschistes, est particulièrement fortement plissé en forme de zigzags. Je suis volontiers porté à y voir le centre de tout le pli principal.

A l'ouest de ces affleurements, à Antagnes et déjà au bord de la plaine du Rhône, se trouvent des schistes en stratification horizontale, qui sont recouverts par le gypse et que Charpentier avait déjà observés. A l'est de ceux-ci, dans les ravins du Fondement et d'Arvay, les calcschistes recouvrent en stratification horizontale l'anhydrite. Dans ce profil, qui est pris à travers les affleurements de la vallée de la Grionne, on constate une disposition très-inclinée des couches dans la région des mines; cela fait donc présumer qu'à la suite d'un plissement, nous rencontrons ici des couches plus profondes que des deux côtés du profil. Il ne m'a pas été possible d'étendre mes recherches sur tout le terrain de gypse qui s'avance au nord jusque dans la vallée de la Grande Eau, près d'Aigle, et au sud jusqu'au-delà de la vallée de l'Avençon,

près de Bex; cependant nous possédons assez de données pour supposer que les plissements s'étendent sur tout ce terrain. C'est ainsi qu'après avoir été horizontales sur une grande distance, les couches se relèvent subitement, comme par exemple dans la région qui s'étend entre Aigle et les carrières de Saint-Triphon. Il en est de même de la stratification du gypse en forme de zigzags.

« Pour ce qui concerne l'âge géologique des dépôts salinaires et sédimentaires alternant entre eux et qui composent les environs de Bex, on ne connaît des fossiles que des calcschistes. Or comme ceux-ci sont indubitablement intercalés dans les dépôts salinaires, ces fossiles pourront nous indiquer aussi l'âge de ces derniers. J'ai trouvé des fossiles dans deux localités, dans la région d'Entre-deux-Grionnes et au-dessus de la galerie de Coulaz. Ici c'étaient principalement des *Phylloceras* pyriteux, là des *Arietites* qui, d'après M. le Dr M. Neumayr, caractérisent l'horizon supérieur du lias inférieur. Lardy avait auparavant récolté beaucoup plus de fossiles qui ont été mentionnés dans la *Géologie de la Suisse* de M. Studer. Mais ceux-ci qui appartiennent à des horizons différents du Lias, sont mélangés dans cette liste. Cependant M. Studer pensait que l'on devait plutôt supposer l'existence de failles considérables que de croire au mélange de fossiles d'âges divers. Cette opinion est aussi confirmée par les résultats de mes recherches.

« L'âge de la formation salinaire de Bex, qui est liasique, diffère de celui des salines alpines du revers nord des Alpes qui d'ordinaire est triasique, suffit pour combattre l'idée que ces formations salinaires appartiennent à un seul horizon; et en effet, on ne peut pas admettre

que les conditions nécessaires à la formation de dépôts salinaires n'aient existé qu'une seule fois et à une époque déterminée sur un seul et même versant d'une chaîne. Cela est d'autant plus vrai que la formation du gypse stratifié est intimement unie à celle du sel.

« Le gypse n'est pas exclusivement caractéristique d'un horizon dans la série des terrains, et si on voulait admettre qu'il le fût, cela n'aurait pour résultat qu'une série d'erreurs. Mais comme en Suisse le gypse se rencontre souvent et dans les formations les plus différentes, depuis les terrains cristallins jusqu'au flysch, il est ainsi assez probable que la solution la plus satisfaisante de la question du gypse sera le résultat des travaux des géologues suisses. »

M. de T.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

CHIMIE.

GORUP ET WILL. FERMENTS VÉGÉTAUX TRANSFORMANT LES MATIÈRES ALBUMINOÏDES EN PEPTONE. (*Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 1876, n° 9.)

MM. Gorup et Will viennent de faire de nouvelles et très-intéressantes recherches sur l'action de certains ferments végétaux agissant comme les sucs de l'estomac et transformant les matières albuminoïdes en peptone. — Le commencement de ces recherches remonte à l'année 1874. Les auteurs montrèrent, dans un travail inséré au même recueil, que l'on peut retirer des graines de vesce un ferment qui transforme rapidement l'amidon en sucre et la fibrine ou l'albumine en peptone. — Pour extraire ce ferment, les auteurs se servent de la méthode d'Hüfner (*Journal für pracktische Chemie*, V, 377). On recouvre les semences concassées d'alcool à 96 $^0/_0$, on laisse reposer pendant 48 heures, on filtre et on dessèche les graines à une douce chaleur. La matière est ensuite extraite par de la glycérine sirupeuse et l'on colle le liquide, ce qui se fait très-facilement. La masse qui se dépose est mise en presse et le liquide qui s'en écoule est réuni au précédent après un nouveau collage. La dissolution ainsi obtenue est alors versée goutte à goutte dans un mélange de 8 parties d'alcool et 1 partie éther. — Il se dépose un précipité floconneux que l'on purifie en le traitant de nouveau comme les graines primitives.

Lorsqu'on met digérer de la fibrine du sang avec de l'acide chlorhydrique très-étendu et quelques gouttes du ferment ainsi obtenu on la voit se dissoudre peu à peu. Au bout de quelques minutes déjà les flocons de fibrine perdent de la netteté de leurs contours et au bout d'une heure ou deux presque tout est dissous. La dissolution filtrée offre tous les

caractères de la peptone. — Dans une communication subséquente les auteurs sont revenus sur le même sujet, encouragés par les communications de Darwin et Hooker sur les plantes insectivores. Ils ont trouvé un ferment analogue dans le chanvre indien (cannabis indica), dans le lin (linum usitatissimum), ainsi que dans l'orge germé (malt touraillé). — MM. Gorup et Will ont fait également des expériences en employant l'albumine au lieu de fibrine; il y a aussi transformation, mais l'action est incomparablement plus faible. — En revanche, les graines de lupin ainsi que celles de seigle (secale cornutum) ne fournissent pas de traces d'un ferment semblable. — L'une des plantes qui présente à cet égard les particularités les plus remarquables est le nepenthès, plante d'une famille voisine des aristoloches. Hooker, dans une communication à l'*Association britannique pour l'avancement des sciences*, réunie à Belfast, avait attiré l'attention des savants sur le liquide que sécrète cette plante et l'avait regardé comme contenant une matière analogue à la pepsine. — MM. Gorup et Will ont fait un grand nombre d'expériences avec le liquide sécrété par le nepenthès. Un flocon de fibrine gélatineuse introduit dans l'extrait à la température de 40° centigrade s'y dissout dans l'espace de $^3/_4$ d'heure à 1 heure. L'addition de quelques gouttes d'acide chlorhydrique étendu (2 pour 1000) accélère considérablement la dissolution qui est complète en $^1/_4$ d'heure. — Des expériences comparatives faites avec la pepsine retirée de l'estomac du porc, par la méthode Vittich-Hufner, ont montré que l'extrait de nepenthès agit tout aussi énergiquement et aussi rapidement que cette pepsine préparée. — La viande et l'albumine se dissolvent aussi peu à peu, mais plus lentement et jamais d'une manière complète.

Il va sans dire que dans toutes ces expériences il était fait un contrôle en plaçant dans les mêmes circonstances, mais sans ferment, des fragments de fibrine d'albumine, etc. — Un point important c'est que l'extrait pur non acidifié n'est actif que lorsque les glandes de la plante ont été excitées, par

exemple par un insecte. Le liquide extrait des glandes non excitées est sans action. Toutefois il devient actif par l'addition d'acide étendu. — La plante sécrète donc un acide sous l'influence des excitations extérieures. Quant à la nature de cet acide, les auteurs n'ont pu la déterminer à cause du peu de matière à leur disposition, mais ils ont essayé de remplacer l'acide chlorhydrique, dont ils se sont servis en général dans leurs expériences, par d'autres acides et ils ont obtenu des résultats remarquables. L'acide formique est le plus actif, avec lui la dissolution de la fibrine est, pour ainsi dire, instantanée. Les acides propionique et acétique agissent aussi, mais moins énergiquement, tandis que les acides malique et citrique ont une énergie plus grande que celle de ces derniers.

T.-L. Phipson. Infusoires et nitrates.
(*Chem. News*, vol. xxxiv, N° 870.)

On a cru pendant longtemps que les nitrites qu'on trouve en dissolution dans l'eau provenaient exclusivement de l'oxydation de l'ammoniaque; Meusel a prouvé que de l'eau ne renfermant aucune autre substance azotée qu'un nitrate alcalin, donnait au bout de quelque temps la réaction des nitrites, cette réduction étant opérée par des bactéries visibles au microscope et cessant immédiatement par l'adjonction de phénol, d'acide salicylique, d'acide benzoïque, d'alun ou de sel. Meusel fit l'expérience suivante : il ajouta un nitrate alcalin à de l'eau pure renfermant quelques bactéries, il ne remarqua aucune réduction, mais en ajoutant à la dissolution certaines substances organiques et spécialement des hydrates de carbure d'hydrogène, comme le sucre, il se produisit des nitrites immédiatement. Par contre, si l'on fait bouillir de l'eau pure additionnée d'un nitrate et de sucre dans un flacon à long col effilé et qu'on ferme celui-ci pendant l'ébullition, il n'y a pas réduction, même après plusieurs semaines. La conclusion à tirer de ces expériences c'est que la formation des nitrites dans l'eau a pour causes les bactéries, et que

ceux-ci sont les agents de transmission de l'oxygène, même lorsque qu'il est combiné, et c'est ce qui les rend si dangereux.

En répétant ces expériences avec des dissolutions très-faibles de permanganate de potasse et sans addition d'aucune substance organique, M. Phipson a remarqué qu'il y avait réduction, mais que les bactéries périssaient, et dans une autre expérience, il observa que si l'eau renfermait un excès de nitrate de potasse, les bactéries devenaient rapidement immobiles.

Mais M. Meusel prétend que les nitrates sont utiles comme engrais, non-seulement par leur azote, mais aussi par l'oxygène qu'ils fournissent aux bactéries; si ce point de vue était exact, le nitrate de soude serait meilleur comme engrais que le sulfate d'ammoniaque; pour le vérifier, M. Phipson a traité deux parties d'un pré, l'une avec du sulfate d'ammoniaque, l'autre avec du nitrate de soude, de telle façon que chacune reçût la même quantité d'azote. Les résultats ne montrèrent aucune différence dans l'effet fertilisant, cependant l'action du nitrate de soude fût plus rapide d'environ 8 jours que celle du sulfate d'ammoniaque, ce qui est d'accord avec la théorie de M. Cloëz, qui prétend que l'azote doit être à l'état d'acide nitrique pour être absorbé par la plante; l'air aurait donc oxydé le sulfate d'ammoniaque et fourni l'oxygène pour transformer l'ammoniaque en acide nitrique.

B.-S. Hedrick. De la friction nécessaire pour fondre l'acier. (*Proceedings of the Amer. Association for the advancement of Sciences.* Détroit meeting, 1875.)

Un industriel de Pittsburg Penn., M. Jacob Reese, construisit dernièrement une machine pour couper des barres d'acier trempé, elle se compose d'un disque de fer doux de 42 pouces de diamètre et de $^{3}/_{16}$ de pouce d'épaisseur, monté sur un axe horizontal et pouvant tourner avec une grande rapidité. Avec une vitesse moyenne aucun effet n'est produit, mais en augmentant la vitesse jusqu'à ce que la périphérie

du disque fasse à peu près 25.000 pieds par minute (près de 5 milles), la barre d'acier est rapidement coupée, surtout si on lui donne un faible mouvement de rotation inverse à celui du disque. Pendant l'opération il se dégage un jet continu d'étincelles et de parcelles d'acier qui paraissent chauffées à blanc, cependant la main peut traverser impunément ce jet et une feuille de papier interposée une minute n'est ni brûlée ni même noircie; ces parcelles paraissent être dans l'état sphéroïdal, refroidies elles ont la forme d'un cône allongé ressemblant à des stalagmites; l'acier a été réellement fondu. Par ce procédé, une barre d'acier laminée, polie et trempée, de 2 à 3 pouces de diamètre, peut être coupée en peu de minutes, la chaleur que prend la barre elle-même est peu de chose et les bouts coupés gardent une couleur bleu pâle.

E. A.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

JULES VIAN.— LE STARIQUE-PERROQUET (PHALERIS PSITTACULA, PALLAS). (*Bulletin de la Société zoologique de France*, 1876, 1re année, 1er cahier.)

M. J. Vian vient de publier un article sur le Starique-perroquet qui habite les îles Aléoutiennes, les Kouriles et autres îles de l'Amérique occidentale et dont un individu a été capturé, en décembre 1860, à Joenkœping, près du lac Wetter, dans la Suède méridionale. Depuis lors, l'examen qu'il a pu faire d'un squelette de Starique-perroquet, a permis à M. Vian de lever les doutes qui s'étaient élevés et qu'il avait partagés lui-même, sur la spontanéité de l'apparition d'un oiseau lourd en apparence, et dont les ailes sont courtes et étroites, dans une contrée aussi éloignée de son habitat ordinaire.

M. Vian fait remarquer que l'appareil costal par sa conformation est un puissant auxiliaire pour le vol des oiseaux et dans plusieurs espèces, compense largement la médiocrité des ailes. Chez le Starique-perroquet, les côtes au

nombre de huit, outre une fausse côte, ont une longueur démesurée et peuvent se redresser complétement. Si à cet appareil costal on ajoute celui de la respiration, on est amené à reconnaître dans cette espèce le type d'un oiseau merveilleusement organisé pour le vol; en effet, dans l'oiseau qui vole, le redressement complet des côtes, triplant la capacité de la cage thoracique, les sacs aériens peuvent s'y développer sans obstacle et leur volume se trouver non-seulement triplé, mais quintuplé.

M. Vian pense qu'à cette extensibilité excessive du squelette doit évidemment correspondre une extensibilité équivalente des muscles de la peau. Ce savant cite l'expérience faite depuis longtemps par M. Auguste Lefèvre qui, dans le but de rechercher les limites d'expansion d'un Fou de Bassan, avait introduit de l'air comprimé par la trachée artère et fait prendre ainsi à cet oiseau un volume effrayant. M. Vian a obtenu un résultat analogue sur un Guillemot à capuchon. Au reste, tous les chasseurs qui ont tiré au vol, de près surtout, des Guillemots ou des Pingouins, ont été frappés de la diminution subite du volume de ces oiseaux; on dirait, lorsqu'ils sont atteints par le plomb, que celui-ci entre dans une outre et la crève. Dans ces conditions d'organisation, un oiseau devient un véritable aérostat et si, comme le dit M. Vian, on se représente notre Starique-perroquet parcourant au vol les parages des îles Aléoutiennes, par une température de 20 à 30 degrés au-dessous de zéro, il a quintuplé ses grands réservoirs aériens et élevé l'air qui circule dans son corps à la température ordinaire des oiseaux, à 40 degrés au-dessus de zéro: c'est donc un écart de 60 à 70 degrés entre la température de l'air dans les réservoirs de l'oiseau et celle de l'atmosphère. L'oiseau est alors peut-être plus léger que l'air environnant et si, dans cet état, il est enveloppé dans un coup de vent, non-seulement il peut en suivre la direction sans avoir à se servir ni de ses ailes, ni de sa queue, mais encore il sera forcé de subir cette direction si le vent est violent, ou si par quelque faiblesse des muscles il ne peut se contracter;

dans ce cas il sera entraîné par le vent jusqu'au lieu où celui-ci prolongera sa course, fût-ce même en Suède. C'est sans doute ce qui est arrivé au Starique du lac Wetter.

L'appareil costal et l'appareil respiratoire paraissent compenser l'imperfection de l'appareil du vol chez les oiseaux aquatiques à ailes courtes, à formes massives, et expliquent leurs longs vols et leurs voyages. D'après les squelettes des oiseaux de mer de chaque famille qu'il a pu examiner, M. Vian conclut, comme règle générale, que ces oiseaux ont les côtes d'autant plus longues, et par suite le corps d'autant plus extensible, que leurs ailes sont moins bien organisées pour le vol. Ainsi, après les Stariques, les oiseaux à côtes longues sont : les Macareux, les Mergules, les Guillemots et les Pingouins, tandis que dans les oiseaux de la famille des *Longipennes* les côtes sont beaucoup plus courtes.

G. L.

SAMUEL H. SCUDDER. FOSSIL BUTTERFLIES. — (*Memoirs of the American Association for the advancement of Science*, I, 100, p. 4° et 3 pl. Salem. Mass. 1875.)

Nous avons dans ce mémoire une histoire paléontologique complète des Lépidoptères diurnes.

Bien que nos connaissances sur les papillons fossiles soient encore très-restreintes, M. Scudder a pu cependant réunir dans la bibliographie qui est en tête de son travail une liste de 41 ouvrages ou mémoires, traitant des formes éteintes de ce groupe d'insectes.

Les espèces incontestables de Lépidoptères diurnes fossiles sont au nombre de 9 seulement, qui proviennent toutes des terrains tertiaires d'Europe. Cinq d'entre elles ont été trouvées dans les gypses d'Aix, en Provence, et appartiennent par conséquent au Ligurien, division de l'éocène supérieur : une sixième a été découverte dans les lignites de Rott, dans la Prusse rhénane, qui appartiennent à l'Aquitanien ou miocène inférieur; enfin, les trois dernières sont de Radoboj, en Croatie, localité qui fait partie du Mayencien ou miocène moyen.

Sur ces neuf insectes, trois rentrent dans la famille des Nymphales, quatre dans celle des Papilionidæ et deux dans celle des Urbicolæ.

En étudiant la distribution géographique des genres et espèces du monde actuel dont ces Papillons fossiles se rapprochent le plus, on arrive aux résultats suivants :

Trois des Lépidoptères diurnes du bassin d'Aix se rattachent intimement à des espèces de la région Indo-malaise : la quatrième à des espèces de l'Amérique tropicale, et la cinquième à des espèces de la région dans laquelle se trouve le gisement, c'est-à-dire de la région méditerranéenne.

L'espèce du miocène inférieur paraît se rattacher à des formes vivantes de l'Amérique septentrionale subtropicale.

Parmi les espèces du miocène moyen, une seule appartient à un genre éteint qui a pour ses plus proches parents les genres *Mylothris* et *Hebomoia*, dont le premier est surtout développé dans l'Afrique équatoriale, et dont l'autre est restreint à la région indo-malaise et austro-malaise. Les deux autres espèces (*Eugonia atava* et *Pontia Freyeri*) faisant partie de cet horizon, rentrent dans des genres actuels qui sont tous deux représentés en Europe et en Amérique.

Nous ne pouvons entrer ici dans plus de détails et nous renvoyons les naturalistes que ces questions intéressent plus particulièrement au mémoire du savant entomologiste américain. Sa monographie est aussi complète qu'on pouvait l'exiger dans l'état actuel de la science. Les descriptions des genres et des espèces montrent que l'auteur possédait toutes les connaissances voulues pour traiter de main de maître ce sujet difficile, et il a fait preuve d'une grande sagacité dans la discussion des affinités qui existent entre les espèces fossiles et les espèces vivantes. Enfin, trois planches jointes à son travail contiennent des figures remarquablement exécutées des échantillons décrits dans le texte. A. H.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS D'AOUT 1876.

Le 2, bise prononcée dans la matinée et jusqu'à 2 h.; le soir, de 8 à 9 h., éclairs à l'Est.

3, rosée le matin ; fort vent du SSO. depuis 10 h. matin.

7, forte bise tout le jour; hâle.

8, hâle tout le jour.

11, id.

12, hâle intense tout le jour.

13, hâle dans la matinée; à 4 h., tonnerres lointains du côté de l'Ouest. Toute la soirée éclairs très-fréquents dans la partie Sud de l'horizon, et depuis 9 $\frac{1}{2}$ h. dans la partie Est.

14, de 4 $\frac{1}{2}$ à 6 h. du soir, éclairs et tonnerres; l'orage passe à 5 h. au-dessus de l'Observatoire en se dirigeant du SO. au NE.

16, rosée le matin.

17, id. ; le soir, de 8 à 10 h., éclairs à l'Est.

18, id. ; le soir, éclairs à l'Est, puis au Sud, puis à l'Ouest. A 10 h. soir, on entend le tonnerre, et la pluie commence à tomber un peu après ; à 11 h., violent coup de vent du SO. et plus tard dans la nuit pluie torrentielle.

19, dans la soirée, de 7 h. à 11 h., succession d'orages, on entend le tonnerre à plusieurs reprises.

20, de 4 $\frac{1}{2}$ à 5 $\frac{1}{2}$ h. de l'après-midi, éclairs et tonnerres, la foudre est tombée sur une maison de la ville, l'orage suivait la direction du S. au NE. Entre 6 h. et 8 h., on entend encore quelques coups de tonnerres; de 8 h. à 10 h., éclairs à l'Est.

21, à 7 h. du matin, tonnerres du côté du S. et du SO. Dans la soirée, éclairs con-continuels de tous les côtés de l'horizon; à minuit 45^{m}, pendant une demi-heure, pluie torrentielle accompagnée de violents coups de vent, et d'éclairs et tonnerres se succédant sans interruption.

22, un peu avant 10 h. matin, tonnerres du côté de l'Ouest.

26, à 11 h. matin, forte averse mêlée de grêle.

27, léger brouillard à l'horizon le matin à 6 h.; le soir, couronne lunaire.

29, forte rosée le matin.

Les derniers jours de ce mois, il y a eu à plusieurs reprises des seiches assez considérables, entre autres le 22. D'après les observations faites par M. Ph. Plantamour à l'échelle placée dans le port de sa campagne à Sécheron, l'amplitude des dénivellations observées de 9 h. matin à 5 $^1/_2$ h. après-midi est de 30 centimètres, mais il paraît que de grand matin les variations de niveau ont été plus fortes encore. Voici quelques-uns des chiffres notés à cette échelle, dont le zéro est à 3 mètres au-dessous du repère de la pierre du Niton : à 9 h., 268^{cm}; à 9 h. $^3/_4$, 238^{cm} ; à 10 h., 265^{cm}; à 10 h. $^1/_2$, 264^{cm}; à 10 h. $^3/_4$, 248^{cm}; a 11 h., 244^{cm}; à 11 h. $^1/_4$, 259^{cm}; à 11 h. $^1/_2$, 264^{cm}; à midi, 247^{cm}; à midi $^1/_4$, 249^{cm}; à midi $^1/_2$, 265^{cm}, etc.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm
Le 1er à 8 h. soir	729,88
6 à 6 h. matin	733,47
11 à 8 h. matin	732,30
14 à 10 h. soir	728,08
21 à 8 h. matin	728,56
28 à 10 h. soir	731,24

MINIMUM.	mm
Le 2 à 6 h. soir	726,12
9 à 6 h. soir	727,41
13 à 6 h. soir	725,16
19 à 6 h. soir	724,49
24 à midi	717,96
31 à 10 h. matin	718,24

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minim.	Fract. de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.					mm.				o	o	cm
1	729,38	+ 1,46	+19,24	+ 0,47	+18,1	+23,6	11,49	+0,57	713	+ 31	570	870	0,3	2	NNE. 1	0,91	18,7	0	237,8
2	727,30	— 0,63	+18,54	— 0,20	+16,4	+22,2	10,97	+0,06	704	+ 22	550	800	...	...	NNE. 1	0,67	19,6	+ 0,9	241,3
3	726,92	— 1,02	+22,32	+ 3,62	+13,6	+29,1	9,36	−1,55	505	—178	270	900	...	...	SSO. 3	0,39	19,6	+ 0,8	239,4
4	730,70	+ 2,75	+23,70	+ 5,03	+18,3	+29,8	11,28	+0,37	544	—140	350	700	...	...	SO. 1	0,04	19,7	+ 0,9	239,8
5	732,22	+ 4,27	+23,83	+ 5,20	+12,9	+32,7	10,05	−0,85	484	—202	280	740	...	...	SO. 1	0,00	19,6	+ 0,8	240,4
6	732,51	+ 4,55	+22,29	+ 3,70	+14,1	+29,5	10,90	+0,01	564	—123	300	800	...	...	N. 1	0,12	..	.....	241,0
7	731,31	+ 3,35	+20,25	+ 1,70	+14,8	+26,1	11,73	+0,85	674	— 14	420	820	...	...	N. 2	0,04	20,8	+ 2,0	241,0
8	729,07	+ 1,11	+20,40	+ 1,90	+14,0	+26,4	10,97	+0,10	622	— 68	460	800	...	...	N. 1	0,04	20,7	+ 1,9	240,5
9	728,37	+ 0,40	+21,11	+ 2,66	+13,9	+27,6	12,05	+1,19	650	— 41	490	790	...	...	N. 1	0,20	20,8	+ 2,0	238,3
10	730,94	+ 2,97	+21,88	+ 3,48	+14,1	+29,2	10,82	—0,03	579	—114	320	840	...	...	N. 1	0,01	20,8	+ 2,0	236,9
11	731,23	+ 3,26	+22,35	+ 4,00	+13,6	+29,1	11,15	+0,31	562	—132	390	750	...	...	N. 1	0,07	21,1	+ 2,3	235,4
12	729,60	+ 1,63	+21,81	+ 3,52	+14,7	+27,4	12,07	+1,25	629	— 67	440	810	...	...	N. 1	0,00	21,4	+ 2,6	235,4
13	726,90	— 1,07	+24,69	+ 6,46	+15,0	+33,4	11,93	+1,12	535	—163	290	780	...	...	SO. 1	0,19	..	.....	233,0
14	726,33	— 1,64	+23,12	+ 4,95	+16,8	+30,6	12,61	+1,81	637	— 63	390	960	7,3	2	variable	0,56	22,0	+ 3,2	234,0
15	727,25	— 0,71	+22,06	+ 3,96	+16,9	+28,8	12,81	+2,03	668	— 33	480	900	...	...	SO. 2	0,57	21,3	+ 2,5	232,6
16	726,77	— 1,19	+21,64	+ 3,61	+15,5	+28,0	13,09	+2,33	694	— 9	430	900	...	...	NNE. 1	0,28	21,3	+ 2,5	233,3
17	726,05	— 1,90	+21,15	+ 3,19	+15,2	+27,1	14,07	+3,32	752	+ 47	580	880	...	...	variable	0,28	21,3	+ 2,5	233,6
18	726,37	— 1,58	+22,16	+ 4,27	+15 3	+27,9	13,56	+2,83	687	— 21	520	900	...	...	N. 1	0,39	21,8	+ 3,0	231,5
19	726,27	— 1,67	+19,51	+ 1,70	+16,2	+24,3	14,35	+3 65	858	+148	620	980	22,3	9	N. 1	0,76	22,1	+ 3,3	231,7
20	726,71	— 1,22	+19,15	+ 1,42	+16,3	+24,5	15,02	+4,34	903	+191	610	1000	36,3	12	NE. 1	0,77	..	.....	228,0
21	727,32	— 0,60	+20,42	+ 2,77	+16,3	+27,3	14,30	+3,64	820	+106	430	980	9,3	3	variable	0,73	22,4	+ 3,7	235,3
22	727,51	— 0,40	+16,58	— 0,99	+14,0	+21,0	13,10	+2,47	932	+216	760	980	23,8	7	variable	0,86	19,3	+ 0,6	233,5
23	725,01	— 2,89	+16,21	— 1,27	+15,0	+19,4	11,79	+1,18	873	+154	720	970	1,1	1	S. 1	1,00	16,1	— 2,6	227,3
24	718,36	— 9,53	+17,20	— 0,19	+15,2	+21,2	10,96	+0,38	765	+ 44	630	910	9,8	4	SSO. 2	0,88	14,3	— 4,3	231,9
25	721,66	— 6,22	+12,86	— 4,44	+10,8	+17,5	7,95	−2,60	739	+ 15	520	880	1,5	1	variable	0,71	13,2	— 5,4	234,5
26	726,45	— 1,42	+10,18	— 7,03	+ 8,3	+15,1	8,50	−2,02	928	+202	670	1000	7,4	2	SO. 1	0,94	16,0	— 2,6	233,2
27	727,05	— 0,80	+12,71	— 4,40	+ 6,0	+18,2	7,49	−3,00	693	— 36	420	1000	3,9	5	SO. 2	0,61	..	.....	231,0
28	729,41	+ 1,57	+13,98	— 3,03	+11,7	+18,1	8,33	−2,13	724	— 7	470	860	...	...	variable	0,57	14,3	— 4,2	228,1
29	728,85	+ 1,03	+16,85	— 0,06	+ 9,0	+22,2	9,69	−0,74	682	— 52	430	960	...	...	SO. 2	0,62	14,3	— 4,1	224,7
30	726,53	— 1,27	+16,58	— 0,22	+13,9	+20,6	10,65	+0,25	776	+ 40	570	940	7,5	5	S. 2	0,93	15,3	— 3,1	223,2
31	720,01	— 7,77	+14,47	— 2,23	+10,4	+17,2	8,76	—1,60	739	0	490	830	12,0	9	SSO. 3	0,81	14,8	— 3,5	215,8

MOYENNES DU MOIS D'AOUT 1876.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
				Baromètre.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	730,39	730,63	730,50	730,00	729,43	729,10	729,12	729,73	730,18
2e »	728,08	728,32	728,15	727,59	726,75	726,25	726,37	726,86	727,26
3e »	725,29	725,51	725,52	725,54	725,27	725,01	724,94	725,29	725,41
Mois	727,84	728,07	727,97	727,64	727,09	726,73	726,75	727,23	727,55
				Température.					
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+16,21	+20,23	+22,83	+24,60	+26,40	+26,55	+25,24	+22,25	+20,23
2e »	+16,90	+21,00	+23,49	+25,74	+26,84	+26,52	+24,46	+22,14	+20,44
3e »	+13,01	+15,07	+17,24	+17,33	+17,58	+18,38	+17,06	+15,59	+15,14
Mois	15,30+	+18,68	+21,06	+22,39	+23,44	+23,64	+22,09	+19,95	+18,49
				Tension de la vapeur.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	10,91	11,33	11,28	11,30	10,79	10,33	11,41	11,52	10,78
2e »	12,39	13,01	13,01	12,91	12,90	13,38	13,68	13,84	13,46
3e »	10,34	10,64	10,42	10,09	10,81	9,52	10,38	10,05	9,99
Mois	11,18	11,63	11,53	11,39	11,48	11,03	11,77	11,75	11,36
				Fraction de saturation en millièmes.					
1re décade	794	613	552	501	431	414	489	583	613
2e »	862	708	620	535	497	534	608	693	761
3e »	905	827	695	686	724	609	708	751	775
Mois	885	729	625	578	556	522	605	678	718

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+15,02	+27,62	0,24	+20,03	0,3	239,6
2e »	+15,55	+28,11	0,39	+21,54	65,9	232,9
3e »	+11,87	+19,80	0,79	+16,00	76,3	229,0
Mois	+14,07	+25,00	0,48	+18,99	142,5	233,7

Dans ce mois, l'air a été calme 2,2 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,79 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 75°,5 O. et son intensité est égale à 15,55 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AOUT 1876.

Le 1er, brouillard tout le jour.
2, brouillard le matin, pluie le soir; de 7 h. à 10 h., fréquents coups de tonnerre.
3, le petit lac près de l'hospice est complétement débarrassé de la glace de l'hiver.
8, faible brouillard le matin de bonne heure.
14, violent orage de 6 h. $^1/_2$ à 7 h. $^1/_2$ du soir, forts coups de tonnerre et grêle.
15, faible brouillard le soir.
16, faible orage de 5 h. $^1/_2$ à 6 h. du soir; brouillard dans la soirée.
17, brouillard de midi à 2 h.; on entend le tonnerre à plusieurs reprises l'après-midi.
20, pluie et brouillard tout le jour.
21, brouillard presque tout le jour.
22, id.
23, pluie et brouillard le soir.
24, fréquents coups de tonnerre à 2 h. du côté du Sud, pluie presque tout le jour, à 6 h. soir il neige pendant une demi-heure.
25, brouillard tout le jour, par une forte bise; il est tombé de la neige en petite quantité, qui n'a pas pu être recueillie.
26, brouillard tout le jour, par une forte bise.
27, neige depuis 6 h. du soir jusqu'au lendemain à 10 h. matin.
28, forte bise tout le jour, brouillard presque tout le jour.
31, pluie le matin jusqu'à 2 h.; plus tard neige et brouillard.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
		Le 2 à 6 h. soir	568,47
Le 5 à 10 h. soir	575,50	9 à 6 h. matin	570,70
11 à 8 h. matin	574,09	16 et 17 à midi	568,83
18 à 10 h. soir	571,14	20 à 6 h. matin	568,76
21 à midi	571,05	25 à 6 h. matin	558,46
29 à 8 h. matin	568,99	31 à 2 h. après midi	560,24

SAINT-BERNARD. — AOUT 1876.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.			
1	569,90	+ 1,02	569,70	570,28	+ 7,93	+ 1,53	+ 6,5	+10,0	.....	.....	....	NE. 1	0,90
2	568,78	— 0,11	568,47	569,22	+ 8,64	+ 2,24	+ 4,8	+12,2	.....	18,4	3	NE. 1	0,63
3	570,09	+ 1,19	569,31	571,37	+ 9,84	+ 3,45	+ 6,3	+13,9	.....	.....	....	SO. 1	0,38
4	572,93	+ 4,03	571,84	574,05	+11,70	+ 5,31	+ 7,0	+15,5	.....	.....	....	NE. 1	0,01
5	574,87	+ 5,97	574,20	575,50	+11,66	+ 5,28	+ 8,5	+16,2	.....	.....	....	NE. 1	0,00
6	574,22	+ 5,32	573,99	574,59	+11,19	+ 4,82	+ 7,3	+16,4	.....	.....	....	NE. 1	0,22
7	572,69	+ 3,80	572,23	573,39	+ 9,87	+ 3,52	+ 6,0	+14,2	.....	.....	....	NE. 1	0,09
8	571,28	+ 2,39	570,99	571,62	+10,41	+ 4,08	+ 8,2	+13,9	.....	.....	....	NE. 1	0,34
9	570,94	+ 2,06	570,70	571,27	+ 9,89	+ 3,58	+ 8,0	+12,8	.....	.....	....	NE. 1	0,29
10	573,24	+ 4,37	571,79	574,03	+ 9,87	+ 3,59	+ 7,4	+12,9	.....	.....	....	NE. 2	0,04
11	573,75	+ 4,89	573,12	574,09	+11,54	+ 5,29	+ 8,7	+14,3	.....	.....	....	NE. 1	0,12
12	572,76	+ 3,91	572,17	573,33	+11,71	+ 5,59	+ 8,6	+14,5	.....	.....	....	NE. 1	0,16
13	570,90	+ 2,07	570,50	571,41	+11,60	+ 5,41	+ 8,4	+14,6	.....	.....	....	NE. 1	0,27
14	570.04	+ 1,23	569,93	570,34	+10,00	+ 3,84	+ 5,8	+15,6	.....	.....	....	NE. 1	0,53
15	570,07	+ 1,28	569,82	570,37	+ 8,98	+ 2,86	+ 7,6	+12,3	.....	.....	....	NE. 1	0,58
16	568,88	+ 0,11	568,83	569,04	+ 9,15	+ 3,07	+ 6,9	+11,8	.....	3,2	2	NE. 1	0,78
17	568,96	+ 0,21	568,74	569,41	+ 8,75	+ 2,71	+ 6,7	+12,3	.....	14,6	6	NE. 1	0,63
18	570,44	+ 1,72	569,95	571,14	+11,39	+ 5,39	+ 8,2	+15,8	.....	.....	....	NE. 1	0,23
19	569,51	+ 0,82	568,91	570,37	+ 8,16	+ 2.21	+ 7,0	+11,9	.....	15,2	8	SO. 1	0,89
20	569,80	+ 1,14	568,76	570,50	+ 7,40	+ 1,50	+ 7,2	+ 9,2	.....	10,2	9	SO. 2	0,93
21	570,76	+ 2,13	570,46	571,05	+ 7,74	+ 1,89	+ 6,6	+10,1	.....	6,4	3	SO. 1	0,77
22	568,70	+ 0,10	567,72	569,96	+ 6,14	+ 0,35	+ 5,4	+ 8,3	.... .	24,0	7	SO. 1	0,93
23	565,39	— 3,17	564,66	566,45	+ 5,76	+ 0,03	+ 4,2	+ 8,1	.....	17,5	6	NE. 1	0,72
24	561,17	— 7,37	560,47	562,17	+ 4,48	— 1,19	+ 0,8	+10,0	.....	25,5	12	SO. 1	0.90
25	559,74	— 8,74	558,46	561,17	— 2,04	— 7,64	— 2,6	— 1,0	.....	.....	....	NE. 2	0,97
26	563,14	— 5,30	561,62	564,14	— 2,25	— 7,78	— 2,7	— 0,5	.....	.....	....	NE. 2	0,87
27	564,72	— 3,68	564,11	565,04	— 0,25	— 5,71	— 3,6	+ 2,5	50	.....	6	NE. 1	0,60
28	566,37	— 1,98	564,73	568,51	— 1,02	— 6,41	— 1,3	+ 0,9	250	20,0	10	NE. 2	0,84
29	568,82	+ 0,52	568,65	568,99	+ 6,54	+ 1,22	+ 3,2	+10,6	.....	.....	....	variable	0,54
30	566,33	— 1,92	565,82	566,74	+ 4,11	— 1,13	+ 3,1	+ 5,6	.....	7,4	8	NE. 1	0,86
31	561,36	— 6,84	560,24	563,03	+ 1,11	— 4,05	— 1,5	+ 3,9	50	32,0	13	variable	0,93

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS D'AOUT 1876.

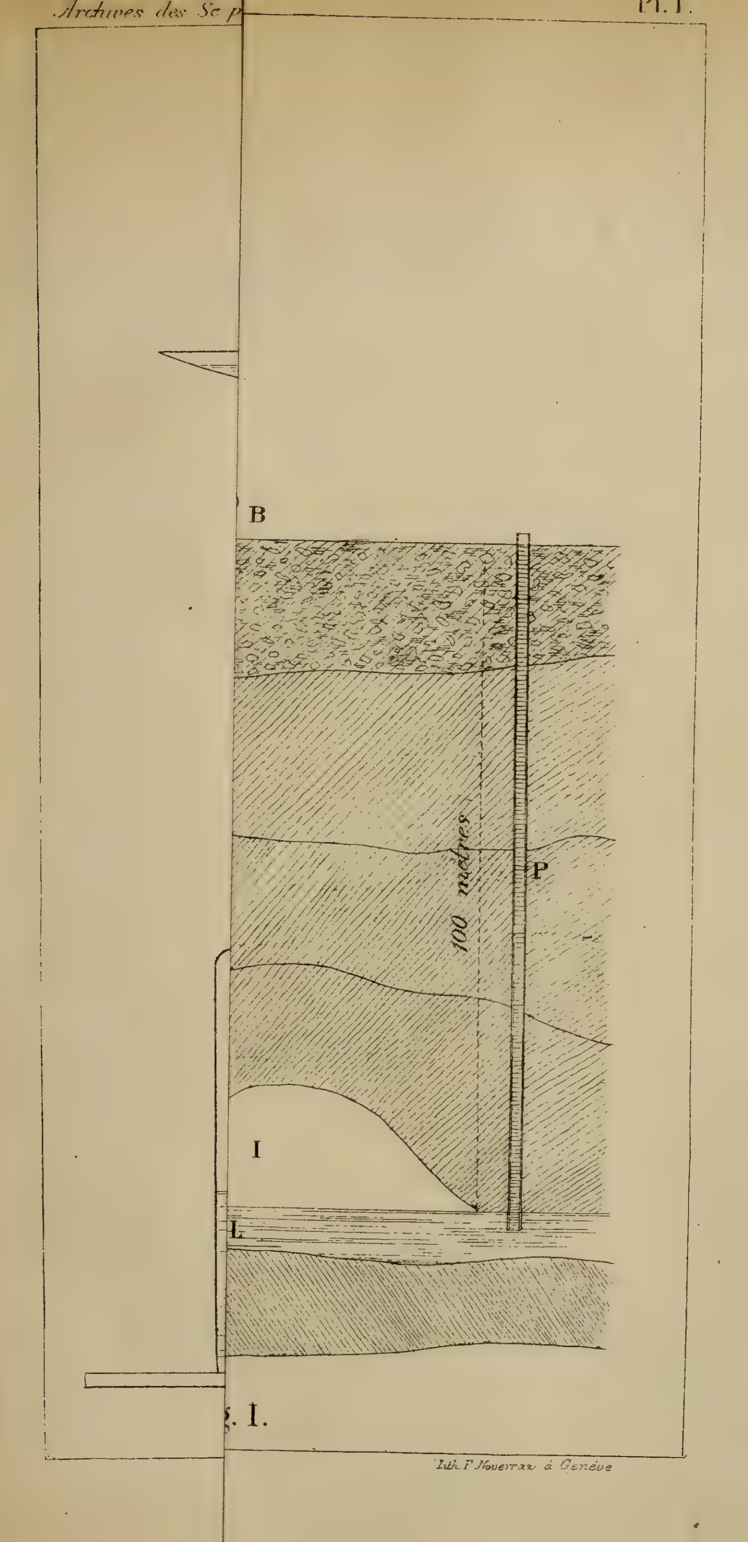
	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	571,64	571,81	571,85	571,82	571 86	571,89	571,93	572,15	572,31
2e »	570,56	570,64	570,59	570,58	570,44	570,46	570,41	570,49	570,62
3e »	565,15	565,19	565,10	565,13	565,02	565,09	565,15	565,29	565,32
Mois	568,99	569,09	569,05	569,05	568,98	569,01	569,03	569,18	569,29
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 7,46	+10,29	+12,23	+13,56	+12,80	+12,32	+10 73	+ 8,99	+ 8,19
2e »	+ 7,89	+10,06	+11,74	+12,46	+12,43	+11,88	+10,15	+ 9,09	+ 8,79
3e »	+ 2,15	+ 3,24	+ 4,06	+ 4,75	+ 4,20	+ 4,20	+ 3,31	+ 2,40	+ 2,18
Mois	+ 5,71	+ 7,71	+ 9,17	+10,08	+ 9,63	+ 9,30	+ 7,91	+ 6,68	+ 6,25

	Min. observé.*	Max. observé	Clarté moyenne du ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	+ 7,00	+13,80	0,29	18,4	—
2e »	+ 7,51	+13,23	0,51	43,2	—
3e »	+ 1,05	+ 5,32	0 81	132,8	350
Mois	+ 5,05	+10,61	0,55	194,4	350

Dans ce mois, l'air a été calme 0,00 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 3,13 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 5,91 sur 100.



g. I.

Lith. F. Noverraz à Genève

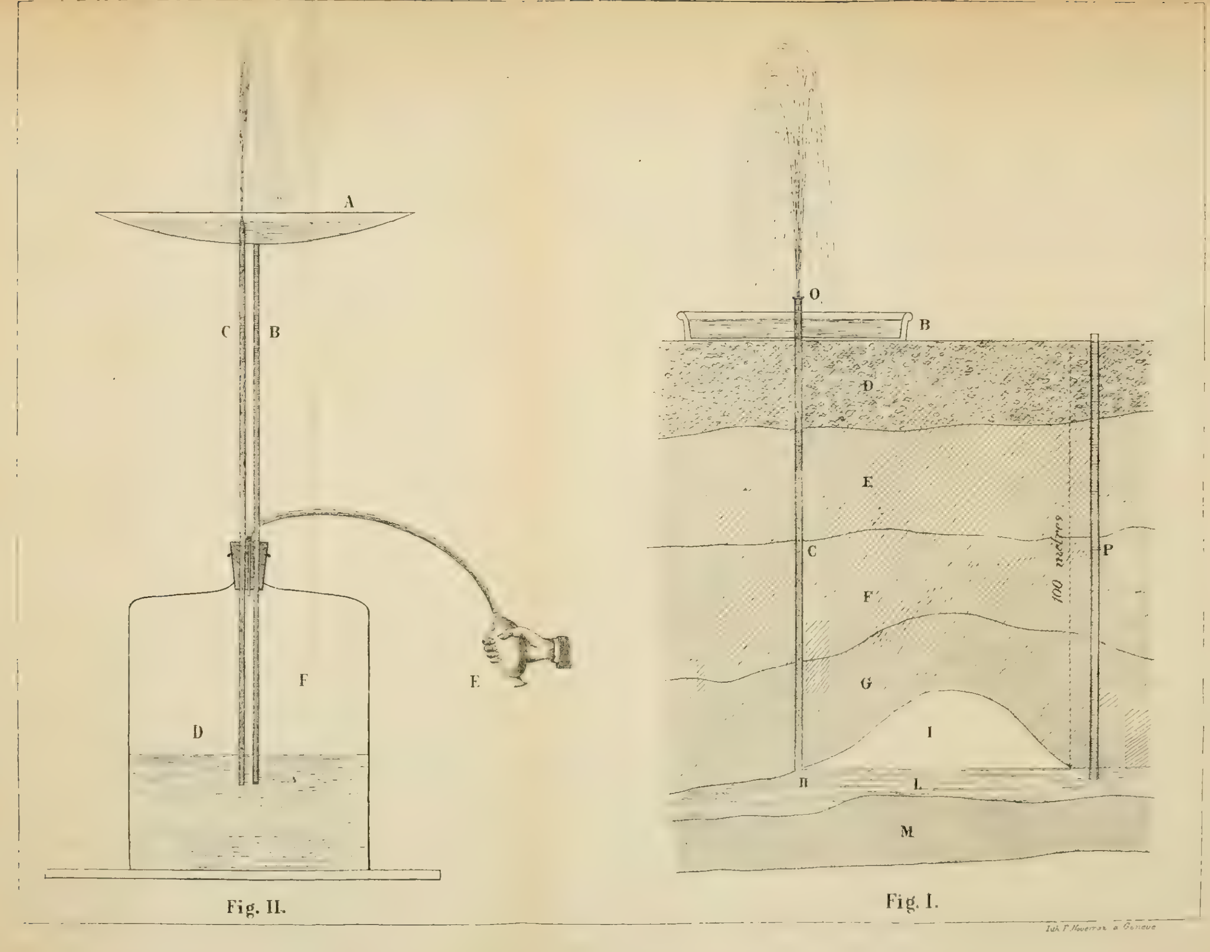


Fig. II.

Fig. I.

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1875

POUR

GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

M. E. PLANTAMOUR
Professeur.

Je conserverai la même forme que pour les résumés de ces dernières années, en continuant à suivre l'année météorologique commençant le 1er décembre, tout en ajoutant en même temps les moyennes se rapportant à l'année civile.

TEMPÉRATURE A GENÈVE 1875.

ÉPOQUE	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.	Température moyenne	Minimum moyen	Maximum moyen
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1874.	+ 0,97	+ 1,23	+ 0,47	- 0,20	- 0,60	- 1,10	- 1,16	- 0,93	- 0,80	- 0,97	- 1,10	0,00	- 0,35	- 3,24	+ 2,89
Janv. 1875	+ 3,71	+ 4,43	+ 4,11	+ 3,37	+ 2,88	+ 2,15	+ 1,77	+ 1,57	+ 1,43	+ 1,14	+ 1,06	+ 2,32	+ 2,49	- 0,50	+ 5,80
Février . .	+ 0,88	+ 1,57	+ 1,43	+ 0,59	- 0,27	- 0,82	- 1,35	- 1,85	- 2,20	- 2,14	- 1,83	- 0,46	- 0,54	- 2,96	+ 2,31
Mars . . .	+ 6,10	+ 7,18	+ 7,10	+ 6,09	+ 4,87	+ 4,00	+ 3,10	+ 1,92	+ 1,14	+ 1,71	+ 2,76	+ 4,76	+ 4,22	+ 0,75	+ 8,55
Avril . . .	+12,16	+13,23	+13,60	+12,03	+10,18	+ 8,66	+ 7,17	+ 5,21	+ 3,78	+ 4,46	+ 7,78	+10,32	+ 9,05	+ 3,55	+14,92
Mai	+18,31	+19,65	+19,85	+18,67	+16,62	+14,95	+13,18	+11,24	+10,63	+12,29	+14,96	+16,83	+15,60	+10,33	+21,44
Juin. . . .	+20,39	+21,28	+21,19	+20,23	+17,94	+16,86	+15,65	+14,28	+13,68	+15,02	+17,35	+19,09	+17,74	+13,13	+22,63
Juillet. . .	+20,12	+20,70	+21,00	+19,99	+17,88	+16,36	+15,09	+13,87	+13,32	+14,34	+16,86	+18,43	+17,33	+12,85	+22,62
Août . . .	+22,21	+23,36	+23 40	+21,96	+19,97	+18,38	+16,99	+15,39	+14,46	+15,23	+18,33	+20,54	+19,19	+14,40	+24,68
Septembre	+20,40	+21,36	+20,90	+19,26	+17,23	+15,62	+14,60	+13,35	+12,50	+13,02	+16,38	+18,91	+16,96	+12,44	+22,43
Octobre. .	+11,96	+12,22	+11,36	+10,14	+ 9,17	+ 8,70	+ 8,08	+ 7,21	+ 6,57	+ 6,98	+ 8,15	+10,39	+ 9,24	+ 5,95	+13,43
Novembre	+ 6,91	+ 7,33	+ 6,76	+ 5,85	+ 5,08	+ 4,62	+ 4,29	+ 4,11	+ 3,95	+ 4,15	+ 4,45	+ 6,15	+ 5,30	+ 2,48	+ 8,05
Hiver . . .	+ 1,89	+ 2,44	+ 2,02	+ 1,28	+ 0,70	+ 0,11	- 0,21	- 0,36	- 0,47	- 0,61	- 0,59	+ 0,66	+ 0,57	- 2,21	+ 3,71
Printemps	+12,19	+13,36	+13,52	+12,26	+10,56	+ 9,32	+ 7,82	+ 6,13	+ 5,20	+ 6,17	+ 8,51	+10,64	+ 9,63	+ 4,89	+14,97
Été	+20,91	+21,78	+21,87	+20,73	+18,61	+17,20	+15,91	+14,52	+13,82	+14,86	+17,52	+19,35	+18,09	+13,46	+23,32
Automne .	+13,08	+13,62	+12,99	+11,73	+10,48	+ 9,63	+ 8,98	+ 8,21	+ 7,66	+ 8,04	+ 9,65	+11,80	+10,49	+ 6,95	+14,62
Année . .	+12,07	+12,85	+12,65	+11,56	+10,14	+ 9,09	+ 8,17	+ 7,16	+ 6,38	+ 7,16	+ 8,82	+10,66	+ 9,74	+ 5,81	+14,21

TEMPÉRATURE AU SAINT-BERNARD, 1875.

ÉPOQUE.	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.	Température moyenne.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Décembre 1874	– 9,91	– 9,92	–11,24	–11,62	–12,00	–12,07	–12,04	–11,86	–11,69	–11,75	–11,64	–10,85	–11,37
Janvier 1875 . .	– 3,93	– 3,61	– 4,60	– 5,26	– 5,60	– 5,50	– 5,48	– 5,65	– 5,89	– 6,07	– 5,73	– 4,87	– 5,18
Février	– 9,33	– 8,80	– 9,65	–11,54	–11,94	–11,84	–11,68	–11,88	–12,12	–12,11	–11,72	–10,35	–11,08
Mars	– 4,79	– 4,38	– 4,89	– 7,27	– 7,95	– 7,95	– 8,16	– 9,15	– 9,80	– 9,18	– 7,04	– 5,71	– 7,19
Avril	+ 0,35	+ 0,47	– 0,23	– 2,21	– 3,78	– 4,33	– 4,83	– 5,65	– 6,19	– 5,59	– 2,76	– 1,29	– 3,00
Mai	+ 6,74	+ 6,70	+ 6,02	+ 4,32	+ 3,08	+ 2,64	+ 2,28	+ 1,19	+ 0,54	+ 1,49	+ 4,53	+ 5,67	+ 3,77
Juin	+ 6,70	+ 6,94	+ 6,46	+ 5,61	+ 4,69	+ 4,20	+ 3,55	+ 2,51	+ 2,23	+ 3,39	+ 5,16	+ 5,96	+ 4,78
Juillet	+ 7,76	+ 7,65	+ 6,74	+ 5,94	+ 5,10	+ 5,05	+ 4,69	+ 3,97	+ 3,65	+ 4,43	+ 5,96	+ 7,01	+ 5,66
Août	+11,14	+11,18	+10,30	+ 9,11	+ 7,88	+ 7,61	+ 7,06	+ 5,66	+ 5,12	+ 6,55	+ 9,11	+10,01	+ 8,39
Septembre . . .	+ 7,46	+ 7,72	+ 6,86	+ 5,70	+ 5,12	+ 4,73	+ 4,33	+ 3,49	+ 3,24	+ 4,13	+ 5,99	+ 6,97	+ 5,48
Octobre	+ 0,83	+ 0,50	– 0,53	– 1,19	– 1,54	– 1,69	– 2,13	– 2,70	– 2,87	– 2,42	– 1,68	– 0,51	– 1,33
Novembre . . .	– 4,44	– 5,03	– 6,37	– 6,72	– 6,89	– 7,08	– 7,09	– 6,83	– 6,67	– 6,76	– 6,59	– 5,46	– 6,33
Hiver	– 7,67	– 7,40	– 8,46	– 9,41	– 9,78	– 9,74	– 9,67	– 9,73	– 9,83	– 9,91	– 9,63	– 8,64	– 9,15
Printemps . . .	+ 0,77	+ 0,94	+ 0,31	– 1,72	– 2,87	– 3,20	– 3,56	– 4,52	– 5,14	– 4,41	– 1,74	– 0,43	– 2,13
Été	+ 8,56	+ 8,61	+ 7,85	+ 6,90	+ 5,90	+ 5,63	+ 5,12	+ 4,06	+ 3,68	+ 4,81	+ 6,76	+ 7,68	+ 6,29
Automne	+ 1,28	+ 1,06	– 0,02	– 0,74	– 1,11	– 1,35	– 1,64	– 2,02	– 2,00	– 1,69	– 0,77	+ 0,32	– 0,72
Année	+ 0,78	+ 0,85	– 0,03	– 1,20	– 1,92	– 2,13	– 2,56	– 3,02	– 3,29	– 2,77	– 1,30	– 0,22	– 1,39

Formules de la variation diurne de la température à Genève, pendant l'année 1875.

Décembre 1874	$t = -0°,35 + 1°,01 \sin(\mu + 61°,4) + 0°,48 \sin(2\mu + 35°,8) + 0°,22 \sin(3\mu + 77°,5)$
Janvier 1875 . .	$t = +2,49 + 1,51 \sin(\mu + 33,8) + 0,51 \sin(2\mu + 28,9) + 0,19 \sin(3\mu + 65,4)$
Février.	$t = -0,54 + 1,82 \sin(\mu + 36,8) + 0,44 \sin(2\mu + 42,3) + 0,06 \sin(3\mu + 11,9)$
Mars	$t = +4,22 + 2,84 \sin(\mu + 36,6) + 0,43 \sin(2\mu + 72,7) + 0,16 \sin(3\mu + 272,5)$
Avril	$t = +9,05 + 4,54 \sin(\mu + 39,0) + 0,63 \sin(2\mu + 102,3) + 0,42 \sin(3\mu + 239,2)$
Mai.	$t = +15,60 + 4,35 \sin(\mu + 43,1) + 0,33 \sin(2\mu + 149,6) + 0,41 \sin(3\mu + 273,2)$
Juin	$t = +17,74 + 3,65 \sin(\mu + 47,9) + 0,27 \sin(2\mu + 116,2) + 0,38 \sin(3\mu + 257,4)$
Juillet	$t = +17,33 + 3,73 \sin(\mu + 45,9) + 0,19 \sin(2\mu + 117,6) + 0,19 \sin(3\mu + 241,2)$
Août	$t = +19,19 + 4,27 \sin(\mu + 43,6) + 0,44 \sin(2\mu + 98,6) + 0,33 \sin(3\mu + 245,7)$
Septembre . . .	$t = +16,96 + 4,24 \sin(\mu + 49,2) + 0,64 \sin(2\mu + 90,4) + 0,36 \sin(3\mu + 225,7)$
Octobre.	$t = +9,24 + 2,54 \sin(\mu + 49,4) + 0,78 \sin(2\mu + 80,7) + 0,03 \sin(3\mu + 4,1)$
Novembre . . .	$t = +5,30 + 1,60 \sin(\mu + 54,6) + 0,45 \sin(2\mu + 54,6) + 0,06 \sin(3\mu + 90,0)$

Formules de la variation diurne de la température au St-Bernard, pendant l'année 1875.

Décembre 1874.	$t = -11,37 + 0,89 \sin(\mu + 77,8) + 0,49 \sin(2\mu + 95,0) + 0,22 \sin(3\mu + 66,5)$
Janvier 1875 . .	$t = -5,18 + 0,87 \sin(\mu + 58,5) + 0,57 \sin(2\mu + 61,2) + 0,11 \sin(3\mu + 36,1)$
Février.	$t = -11,08 + 1,39 \sin(\mu + 67,0) + 0,81 \sin(2\mu + 52,0) + 0,18 \sin(3\mu + 347,9)$
Mars	$t = -7,19 + 2,34 \sin(\mu + 62,4) + 0,76 \sin(2\mu + 82,8) + 0,36 \sin(3\mu + 283,1)$
Avril	$t = -3,00 + 3,16 \sin(\mu + 61,5) + 0,70 \sin(2\mu + 80,9) + 0,25 \sin(3\mu + 256,7)$
Mai.	$t = +3,77 + 2,84 \sin(\mu + 64,1) + 0,71 \sin(2\mu + 105,3) + 0,38 \sin(3\mu + 259,5)$
Juin	$t = +4,78 + 2,14 \sin(\mu + 57,8) + 0,41 \sin(2\mu + 131,0) + 0,27 \sin(3\mu + 281,6)$
Juillet	$t = +5,66 + 1,80 \sin(\mu + 66,8) + 0,56 \sin(2\mu + 106,9) + 0,16 \sin(3\mu + 281,1)$
Août	$t = +8,39 + 2,68 \sin(\mu + 61,9) + 0,72 \sin(2\mu + 118,0) + 0,40 \sin(3\mu + 281,6)$
Septembre . . .	$t = +5,48 + 2,00 \sin(\mu + 66,0) + 0,50 \sin(2\mu + 113,5) + 0,22 \sin(3\mu + 283,8)$
Octobre	$t = -1,33 + 1,50 \sin(\mu + 60,2) + 0,60 \sin(2\mu + 93,8) + 0,16 \sin(3\mu + 36,2)$
Novembre . . .	$t = -6,33 + 0,96 \sin(\mu + 87,8) + 0,54 \sin(2\mu + 74,5) + 0,31 \sin(3\mu + 84,5)$

A Genève, la température moyenne du mois de décembre 1875 a été de — 0°,74, donc de — 0°,39 plus froide que celle du mois de décembre 1874; par suite, la température moyenne de l'année civile est de — 0°,03 plus basse que celle de l'année météorologique, soit de

+ 9°,71. Au St-Bernard, la température moyenne du mois de décembre 1875 a été de — 8°,39, donc de + 2°,98 plus élevée que celle du mois de décembre 1874; par suite, la température moyenne de l'année civile est de + 0°,25 plus élevée que celle de l'année météorologique, soit de — 1°,14. Si l'on compare la température de chaque mois, des saisons et de l'année entière, avec les valeurs moyennes déduites pour Genève des 40 années 1826—65, et pour le St-Bernard des 27 années 1841—67, on trouve les différences suivantes :

ÉPOQUE.	ÉCARTS. Température. Genève.	Température. Saint-Bernard.	Décroissement entre les deux stations.
	°	°	°
Décembre 1874.	—1,19	—3,78	+2,59
Janvier 1875 ...	+2,78	+3,86	—1,08
Février........	—1,86	—2,47	+0,61
Mars..........	—0,31	+0,13	—0,44
Avril..........	+0,22	+0,27	—0,05
Mai...........	+2,50	+3,26	—0,76
Juin...........	+0,96	+0,69	+0,27
Juillet.........	—1,28	—0,50	—0,78
Août..........	+1,30	+2,41	—1,11
Septembre.....	+2,59	+2,16	+0,43
Octobre	—0,69	—0,85	+0,16
Novembre	+0,71	—1,03	+1,74
Hiver 1875....	—0,03	—0,75	+0,72
Printemps	+0,81	+1,23	—0,42
Été	+0,32	+0,87	—0,55
Automne	+0,86	+0,10	+0,76
Année 1875....	+0,49	+0,37	+0,12
Décembre 1875.	—1,58	—0,80	—0,78
Année civile 1875	+0,46	+0,62	—0,16

A Genève, les mois de janvier, mai et septembre ont été exceptionnellement chauds, les mois de février et de juillet ont été au contraire froids, mais avec des écarts moins forts. L'élévation de près d'un demi-degré relativement à la température moyenne de l'année tient prin-

cipalement au printemps et à l'automne. Au St-Bernard, ce sont les mois de janvier, mai, août et septembre qui présentent une chaleur exceptionnelle, tandis que les mois de décembre et de février ont été notablement plus froids. L'excédant de la température moyenne de l'année est moindre au St-Bernard qu'à Genève, il est dû à la chaleur exceptionnelle du printemps et de l'été, tandis que l'hiver a été notablement plus froid.

Le décroissement de la température entre les deux stations a été sensiblement plus rapide que de coutume dans les mois de décembre et de novembre, il a été au contraire plus lent en janvier et en août; le décroissement a été, en moyenne plus rapide que de coutume en hiver et en automne, et plus lent au printemps et en été.

Les tableaux suivants renferment sous la même forme que dans les résumés antérieurs les résultats principaux que l'on peut déduire de la température moyenne des 24 heures, au point de vue des anomalies et de la variabilité de la température. A Genève, le jour le plus froid de l'année a été le 23 décembre (1874) — 8°,24 ; le jour le plus chaud le 19 août, + 24°,48, l'écart entre ces deux jours extrêmes est de 32°,7. Au St-Bernard, la date du jour le plus froid, et du jour le plus chaud, précède de deux jours celle des extrêmes à Genève, savoir le 21 décembre et le 17 août, les chiffres étant — 19°,81 et + 13°,89, avec une différence de 33°,7 entre ces extrêmes. L'écart maximum négatif de la température à Genève — 8°,33 tombe sur le jour le plus froid le 23 décembre, mais l'écart maximum positif de l'année, de + 9°,36, se trouve le 10 novembre, et non le jour le plus chaud. Au St-Bernard, c'est également sur le jour le plus froid de l'année, le 21 décembre,

que tombe l'écart négatif maximum — 11°,68, mais l'écart maximum positif + 11°,80 se trouve le 9 mars.

J'ai relevé également pour Genève la température moyenne de cinq jours en cinq jours pour l'année civile, du 1er janvier au 31 décembre 1875, en inscrivant dans la colonne suivante l'écart, soit la différence avec le chiffre calculé par la formule déduite des 40 années 1826—65; lorsque l'écart dépasse les limites de l'écart probable, et constitue ainsi une anomalie, il est mis entre parenthèses. Sur les 73 pentades de l'année il s'en trouve 40, pour lesquelles l'écart est positif, et 33 pour lesquelles il est négatif; sur les 40 écarts positifs, 23 dépassent les limites de l'écart probable, l'écart maximum positif + 7°,78 tombe sur la période du 16 au 20 janvier. Sur les 33 écarts négatifs, 17 dépassent les limites de l'écart probable, l'écart maximum négatif — 5°,93 tombé sur la période du 7 au 11 décembre. La période des cinq jours consécutifs les plus chauds de l'année se trouve du 19 au 23 août, avec une température moyenne de + 21°,43, et celle des 5 jours consécutifs les plus froids du 7 au 11 décembre, avec une température moyenne de — 4°,58, ce qui donne 26°,01 pour la variation de la température entre les pentades dans le courant de l'année.

GENÈVE, 1875.

ÉPOQUE	NOMBRE DE JOURS: très-froids	froids		tempérés		chauds		très-chauds	Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	-10° à -5°	-5° à 0°	0° à +5°	+5° à +10°	+10° à +15°	+15° à +20°	+20° à +25°	+25° à +30°		
Déc. 1874.	6	9	13	3	—	—	—	—	- 8°,24 le 23	+ 8°,61 le 1
Janv. 1875.	1	8	13	9	—	—	—	—	- 6,11 le 1	+ 8,55 le 18
Février. . .	1	15	12	—	—	—	—	—	- 5,01 le 11	+ 4,20 le 4
Mars. . . .	—	1	19	10	1	—	—	—	- 0,03 le 22	+11,21 le 9
Avril. . . .	—	—	—	19	11	—	—	—	+ 5,12 le 9	+14,43 le 21
Mai	—	—	—	—	15	15	1	—	+11,42 le 5	+20,02 le 22
Juin	—	—	—	—	5	20	5	—	+12,22 le [illegible]	+22,39 le 14
Juillet . . .	—	—	—	—	5	24	2	—	+14,09 le 23	+22,45 le 7
Août	—	—	—	—	3	14	14	—	+12,09 le 6	+24,48 le 19
Septembre.	—	—	—	—	6	24	—	—	+11,80 le 30	+19,82 le 23
Octobre . .	—	—	2	20	7	2	—	—	+ 4,42 le 27	+15,88 le 6
Novembre .	—	7	5	15	3	—	—	—	- 2,82 le 28	+14,88 le 10
Année . . .	8	40	64	76	56	99	22	—	- 8,24 le 23 décembre.	+24,48 le 19 août.

GENÈVE, 1875. — TEMPÉRATURE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes négatifs	Écarts extrêmes positifs	Écarts moy. entre 2 jours consécut.	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs négatifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs positifs
Déc. . 1874	19	12	9	± 3°,84	− 8°,33 le 23	+ 6°,29 le 1	± 2°,95	− 7°,46 le 2	+ 8°,44 le 25
Janvier 1875	6	25	6	4,51	− 5,75 le 1	+ 8,99 le 18	2,64	− 4,85 le 22	+ 6,73 le 16
Février . . .	25	3	4	2,86	− 5,98 le 11	+ 3,79 le 4	2,03	− 4,47 le 5	+ 3,77 le 13
Mars	20	11	6	3,09	− 5,46 le 22	+ 7,43 le 9	2,25	− 5,14 le 11	+ 5,46 le 7
Avril	18	12	8	2,15	− 3,29 le 14	+ 4,90 le 21	2,15	− 6,31 le 22	+ 3,78 le 4
Mai	6	25	6	3,48	− 2,58 le 28	+ 6,34 le 10	2,31	− 6,18 le 19	+ 4,16 le 22
Juin	11	19	2	3,14	− 4,92 le 18	+ 5,59 le 9	1,68	− 3,52 le 15	+ 3,47 le 14
Juillet . . .	22	9	6	2,54	− 4,72 le 23	+ 3,97 le 7	1,96	− 4,13 le 8	+ 3,61 le 26
Août	9	22	3	3,46	− 6,36 le 6	+ 6,87 le 19	1,80	− 3,05 le 2	+ 4,23 le 7
Septembre .	4	26	2	3,43	− 2,39 le 3	+ 6,31 le 23	1,66	− 3,84 le 28	+ 4,38 le 26
Octobre . . .	20	11	11	2,12	− 3,97 le 13	+ 4,39 le 6	1,88	− 3,88 le 10	+ 3,94 le 28
Novembre. .	12	18	5	3,92	− 5,56 le 28	+ 9,36 le 10	2,79	− 5,72 le 15	+ 6,31 le 10 et le 14
Année . . .	172	193	68	± 3,21	− 8,33 le 23 déc. 1874.	+ 9,36 le 10 novembre.	± 2,16	− 7,46 le 2 déc. 1874.	+ 8,44 le 25 déc. 1874.

SAINT-BERNARD, 1875.

ÉPOQUE	Nombre de jours dont la température est comprise entre								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	−20° et −15	−15° et −10	−10° et −5	−5° et 0	0° et +5	+5° et +10	+10° et +15	+15° et +20		
Décembre 1874.	6	13	8	4	—	—	—	—	−19°,81 le 21	−3°,59 le 4
Janvier 1875 . .	—	2	15	13	1	—	—	—	−12,20 le 22	+0,23 le 15
Février	8	5	13	2	—	—	—	—	−18,51 le 8	−3,97 le 9
Mars	—	8	13	9	1	—	—	—	−14,60 le 21	+4,09 le [illegible]
Avril	—	—	9	16	5	—	—	—	−7,65 le 15	+3,56 le 30
Mai	—	—	—	2	18	11	—	—	−2,28 le 27	+8,16 le 22
Juin	—	—	—	2	13	14	1	—	−1,67 le 20	+11,76 le 9
Juillet	—	—	—	—	13	16	2	—	+1,66 le 18	+13,42 le 7
Août	—	—	—	1	4	14	12	—	−0,05 le 5	+13,89 le 17
Septembre . . .	—	—	—	2	6	22	—	—	−2,72 le 30	+9,11 le 8
Octobre	—	—	5	15	10	1	—	—	−7,12 le 25	+6,61 le 5
Novembre . . .	1	10	3	12	4	—	—	—	−16,51 le 27	+1,22 le 13
Année	15	38	66	78	75	78	15		−19,81 le 21 décembre 1874.	+13,89 le 17 août.

SAINT-BERNARD, 1875. — TEMPÉRATURE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécut.	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
				°	°	°	°	°	°
Déc. 1874 . .	24	7	7	±5,58	-11,68 le 21	+ 3,37 le 4	±3,52	- 8,39 le 20	+ 8,13 le 25
Janvier 1875.	4	27	7	6,12	- 3,14 le 22	+ 9,20 le 15	3,61	- 5,82 le 22	+ 5,99 le 24
Février . . .	19	9	7	4,90	- 9,52 le 8	+ 5,09 le 2	3,27	- 7,30 le 5	+ 6,74 le 12
Mars	16	15	4	4,78	- 7,93 le 21	+11,80 le 9	3,18	- 7,72 le 28	+ 5,62 le 31
Avril	13	17	9	2,45	- 3,96 le 15	+ 5,60 le 21	2,11	- 5,01 le 25	+ 3,84 le 20
Mai	2	29	4	4,08	- 4,35 le 27	+ 7,42 le 9	2,53	- 6,82 le 27	+ 4,71 le 28
Juin.	12	18	4	3,40	- 6,25 le 20	+ 8,21 le 9	2,06	- 4,07 le 10	+ 4,75 le 21
Juillet. . . .	18	13	11	3,01	- 4,54 le 18	+ 7,67 le 7	2,95	- 6,25 le 9	+ 6,49 le 19
Août	7	24	4	4,75	- 6,43 le 5	+ 7,85 le 17	2,41	- 6,24 le 4	+ 4,42 le 8
Septembre .	5	25	4	3,30	- 4,38 le 30	+ 5,40 le 26	1,60	- 3,36 le 29	+ 3,55 le 3
Octobre. . .	16	15	8	3,00	- 5,98 le 13	+ 5,69 le 5	2,60	- 3,93 le 24	+ 6,40 le 5
Novembre[1] .	17	12	10	4,89	-10,18 le 27	+ 6,00 le 13	3,90	- 9,56 le 20	+ 8,50 le 13
Année . . .	153	211	79	±4,27	-11,68 le 21 décemb. 1874.	+11,80 le 9 mars.	±2,85	- 9,56 le 20 novembre.	+ 8,50 le 13 novembre.

[1] Le 1er novembre, l'écart a été 0.

1875. Température de 5 en 5 jours, à Genève.

Date	Température moy.	Différence avec la formule	Date	Température moy.	Différence avec la formule
	°	°		°	°
1– 5 Janvier	+ 0,29	+0,71	30– 4 Juillet	+18,20	-0,03
6–10 id.	+ 1,12	+1,64	5– 9 id.	+18,66	+0,18
11–15 id.	- 0,27	+0,25	10–14 id.	+16,09	(-2,58)
16–20 id.	+ 7,34	(+7,78)	15–19 id.	+15,65	(-3,13)
21–25 id.	+ 4,58	(+4,86)	20–24 id.	+16,93	(-1,88)
26–30 id.	+ 2,42	(+2,46)	25–29 id.	+17,80	-0,97
31– 4 Février	+ 0,70	+0,43	30– 3 Août	+18,81	+0,16
5– 9 id.	- 2,04	(-2,67)	4– 8 id.	+14,73	(-3,72)
10–14 id.	- 2,41	(-3,47)	9–13 id.	+21,18	(+3,00)
15–19 id.	+ 0,33	-1,20	14–18 id.	+21,19	(+3,34)
20–24 id.	- 0,92	(-2,97)	19–23 id.	+21,43	(+3,98)
25– 1 Mars	+ 1,70	-0,90	24–28 id.	+19,63	(+2,64)
2– 6 Mars	+ 1,48	-1,70	29– 2 Septemb.	+15,95	-0,53
7–11 id.	+ 8,46	(+4,68)	3– 7 id.	+15,66	-0,26
12–16 id.	+ 4,69	+0,29	8–12 id.	+18,00	(+2,70)
17–21 id.	+ 3,11	(-1,93)	13–17 id.	+17,56	(+2,95)
22–26 id.	+ 2,49	(-3,20)	18–22 id.	+19,00	(+5,05)
27–31 id.	+ 5,50	-0,86	23–27 id.	+17,55	(+4,34)
1– 5 Avril	+ 8,49	+1,46	28– 2 Octobre	+12,21	-0,24
6–10 id.	+ 6,86	-0,85	3– 7 id.	+13,75	+1,10
11–15 id.	+ 8,27	-0,14	8–12 id.	+ 9,60	-1,23
16–20 id.	+ 9,19	+0,09	13–17 id.	+ 7,66	(-2,32)
21–25 id.	+ 9,93	+0,12	18–22 id.	+ 9,53	+0,40
26–30 id.	+11,55	+1,03	23–27 id.	+ 6,62	(-1,65)
1– 5 Mai	+13,16	(+1,92)	28– 1 Novemb.	+ 7,36	-0,04
6–10 id.	+15,43	(+3,48)	2– 6 id.	+ 8,12	+1,58
11–15 id.	+15,67	(+3,01)	7–11 id.	+10,34	(+4,65)
16–20 id.	+16,25	(+2,88)	12–16 id.	+ 7,38	(+2,52)
21–25 id.	+17,80	(+3,75)	17–21 id.	+ 5,71	+1,65
26–30 id.	+14,96	+0,24	22–26 id.	+ 0,58	(-2,73)
31– 4 Juin	+18,63	(+3,27)	27– 1 Décemb.	- 2,39	(-4,98)
5– 9 id.	+20,39	(+4,43)	2– 6 id.	- 3,33	(-5,27)
10–14 id.	+19,02	(+2,49)	7–11 id.	- 4,58	(-5,93)
15–19 id.	+15,25	(-1,79)	12–16 id.	- 0,86	-1,69
20–24 id.	+15,57	(-1,93)	17–21 id.	+ 0,33	-0,06
25–29 id.	+17,27	-0,63	22–26 id.	+ 3,72	(+3,69)
			27–31 id.	+ 0,83	+1,07

GENÈVE, 1875. — INDICATIONS DES THERMOMÉTROGRAPHES.

ÉPOQUE.	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Nombre de jours: Minimum au-dessous de 0°.	Nombre de jours: Maximum au-dessous de 0°.
Décembre 1874	—13°,1	le 23	+15°,1	le 1	22	11
Janvier 1875 ..	— 7,8	le 2	+16,2	le 20	21	1
Février.......	—10,3	le 12	+ 8,5	le 3	26	5
Mars.........	— 3,8	le 22	+18,7	le 8	13	0
Avril.........	— 0,9	le 3	+21,2	le 21	1	0
Mai	+ 5,0	le 3	+27,4	le 22	0	0
Juin	+ 8,2	le 21	+29,2	le 9	0	0
Juillet........	+ 7,9	le 13	+29,8	le 7	0	0
Août.........	+10,3	le 31	+31,8	le 18	0	0
Septembre....	+ 7,2	le 3	+26,4	le 13	0	0
Octobre	+ 0,4	le 27	+21,8	le 5	0	0
Novembre	— 5,2	le 28	+19,6	le 10	8	4
Année........	—13,1	le 23 déc. (1874;)	+31,8	le 18 août.	91	21

SAINT-BERNARD, 1875.

Époque.	Minimum.	Date.	Maximum.	Date.
Déc. 1874	—20°,5	le 22 à 6 h. mat.	— 1°,5	le 4 à 10 h. mat.
Janv. 1875	—16,8	le 1 à 6 h. mat.	+ 2,8	le 15 à 2 h. soir.
Février. .	—20,3	le 10 à 8 h. soir	0,0	le 3 à 2 h. soir.
Mars . . .	—17,4	le 21 à 6 h. mat.	+ 8,4	le 9 à 2 h. soir.
Avril . . .	—12,4	le 8 à 6 h. mat.	+ 7,7	le 24 à midi.
Mai. . . .	— 8,0	le 27 à 6 h. mat.	+11,6	le 22 à 2 h. soir.
Juin . . .	— 2,0	le 20 à 6 h. mat.	+16,0	le 9 à 4 h. soir.
Juillet . .	— 2,4	le 13 à 6 h. mat.	+16,0	le 7 à 6 h. soir.
Août . . .	— 1,0	le 5 à 6 h. mat.	+17,2	le 17 à 4 h. soir. le 18 à 2 h. soir.
Septembre	— 4,2	le 30 à 10 h. soir	+12,3	le 8 à 2 h. soir.
Octobre. .	— 9,0	le 25 à 6 et à 8 h. m.	+ 9,7	le 5 à midi.
Novembre	—19,7	le 27 à 6 h. mat.	+ 4,8	le 16 à midi.
Année . .	—20,5	le 22 déc. à 6 h. mat. (1874)	+17,2	le 17 août à 4 h.s. et le 18 août à 2 h.s.

Le minimum absolu de l'année — 13°,1 a eu lieu, à Genève, le 23 décembre, le maximum absolu + 31°,8, le 18 août, la différence entre les températures extrêmes enregistrées à l'aide des thermométrographes dans le courant de l'année est ainsi de 44°,9. Le minimum s'est abaissé le 3 avril pour la dernière fois au-dessous de 0 au printemps, cette date est de 15 jours plus hâtive que de coutume; le 18 avril a eu lieu la dernière gelée blanche. C'est le 21 novembre, soit près d'un mois plus tard que de coutume, que le minimum s'est abaissé pour la première fois de l'automne au-dessous de 0; il y avait déjà eu cinq jours plus tôt une gelée blanche.

Au St-Bernard, où l'absence de thermométrographes ne permet de noter que les températures observées de 6 heures du matin à 10 heures du soir, on trouve dans tous les mois de l'année des températures au-dessous de 0; dans tout le mois de décembre 1874 il n'a pas été noté une seule fois une température au-dessus de 0.

Le petit lac près de l'hospice avait déjà été entièrement débarrassé de la glace de l'hiver le 12 juin, date extraordinairement hâtive et qui précède de près de 6 semaines l'époque ordinaire; la congélation a eu lieu dans la nuit du 26 au 27 octobre, date qui ne s'écarte pas beaucoup de l'époque ordinaire.

Température du Rhône en 1875.

ÉPOQUE.	Moyenne.	Excédant sur la moyenne 1853–1867	Minimum.	Maximum.	Différence entre la température de l'eau et celle de l'air.
Décembre 1874 . .	+ 6°,26	—0°,54	+ 3°,7 le 30	+ 7°,8 le 1	+6°,61
Janvier 1875 . . .	+ 5,13	+0,05	+ 4,2 le 2	+ 5,6 le 18, 20 et 21	+2,64
Février	+ 4,63	—0,29	+ 3,7 le 10	+ 5,5 le 4	+5,17
Mars	+ 6,02	—0,05	+ 4,9 le 2 et 24	+ 6,9 le 16 et 17	+1,80
Avril	+ 8,42	—0,36	+ 6,5 le 1	+11,6 le 30	—0,63
Mai	+13,81	+2,48	+ 8,7 le 19	+17,6 le 31	—1,79
Juin	+16,97	+1,95	+ 9,7 le 12	+20,9 le 9	—0,77
Juillet	+17,05	—0,51	+ 7,5 le 12	+21,3 le 31	—0,28
Août	+19,39	+0,80	+ 8,1 le 7	+22,1 le 23 et 24	+0,20
Septembre.	+18,73	+1,73	+10,2 le 30	+20,3 le 18	+0,60
Octobre	+13,53	—0,18	+ 8,7 le 14	+16,1 le 8	+4,29
Novembre	+ 8,76	—1,04	+ 6,0 le 13	+12,5 le 1	+3,46
Année.	+11,62	+0,32	+ 3,7 { le 30 déc. 1874. le 10 février.	+22,1 le 23 et 24 août.	+1,89

Température du Rhône en 1875.

ÉPOQUE	Écarts moyens d'un jour	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
		négatifs	positifs		négatifs	positifs
	°	°	°	°	°	°
Décembre 1874	±0,73	—2,0 le 30	+0,1 le 8 et 10	±0,32	—0,6 le 4 et 30	+1,0 le 31
Janvier 1875 .	0,55	—1,2 le 2	+0,8 le 20, 21, 29	0,28	—0,5 le 19	+0,6 le 20
Février	0,58	—1,1 le 10	+0,8 le 4	0,29	—0,4 le 9	+0,6 le 3, 12 et 25
Mars.	0,75	—1,8 le 24	+0,8 le 10 et 11	0,39	—1,0 le 24	+0,9 le 25
Avril	0,64	—0,9 le 7, 9 et 23	+1,8 le 30	0,48	—1,1 le 22	+1,6 le 30
Mai	2,03	—4,8 le 19	+2,7 le 27	1,33	—5,9 le 19	+2,9 le 22
Juin	3,64	—4,8 le 12	+6,7 le 9	1,98	—9,1 le 12	+2,2 le 13 et 14
Juillet.	3,02	—9,8 le 12	+3,1 le 3	2,02	—5,4 le 10	+7,0 le 13
Août.	3,88	—10,3 le 7	+4,9 le 24	2,07	—4,3 le 6	+5,4 le 9
Septembre . .	2,52	—5,7 le 30	+3,2 le 18 et 20	1,11	—3,5 le 23	+1,9 le 24
Octobre	1,70	—5,6 le 14	+1,1 le 8	1,28	—4,2 le 13	+3,6 le 15
Novembre. . .	2,19	—4,4 le 13	+0,8 le 5	0,71	—2,0 le 8	+1,5 le 16

GENÈVE, 1875. — Pression atmosphérique.

ÉPOQUE	Hauteur moyenne	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1874	720,43	+0,09	-0,19	-0,05	+0,19	+0,41	+0,43	+0,17	-0,28	-0,62	-0,46	-0,06	+0,39
Janvier 1875 .	731,09	+0,13	-0,34	-0,18	-0,02	+0,10	+0,19	+0,09	-0,18	-0,41	-0,11	+0,21	+0,56
Février	725,02	+0,19	-0,29	-0,29	-0,05	+0,11	+0,16	-0,03	-0,24	-0,26	+0,04	+0,32	+0,37
Mars	727,27	+0,10	-0,47	-0,55	-0,18	+0,29	+0,53	+0,29	-0,17	-0,35	-0,05	+0,27	+0,29
Avril	725,86	+0,14	-0,52	-0,86	-0,66	-0,08	+0,14	+0,05	-0,07	+0,13	+0,53	+0,66	+0,54
Mai	727,35	+0,08	-0,54	-0,80	-0,79	-0,23	+0,19	+0,28	+0,14	+0,19	+0,51	+0,59	+0,39
Juin	726,89	+0,06	-0,36	-0,64	-0,61	-0,13	+0,25	+0,18	+0.02	+0,13	+0,37	+0,44	+0,30
Juillet	726,70	-0,02	-0,30	-0,49	-0,34	-0,10	+0,35	+0,32	+0,08	-0,03	+0,10	+0,25	+0,20
Août.	728,55	+0,07	-0,34	-0,56	-0,59	-0,13	+0,23	+0,24	+0,02	-0,01	+0,23	+0,44	+0,40
Septembre . .	729,28	+0,18	-0,36	-0,62	-0,56	+0,07	+0,33	+0,16	-0,23	-0,19	+0,23	+0,48	+0,46
Octobre	723,67	+0,02	-0,40	-0,43	-0,19	+0,02	+0,17	+0,06	-0,13	-0,17	+0,13	+0,46	+0,46
Novembre . . .	723,90	-0,06	-0,24	-0,12	+0,10	+0,22	+0,27	+0,11	-0,19	-0,38	-0,20	+0,16	+0,32
Hiver	725,53	+0,13	-0,27	-0,17	+0,04	+0,21	+0,26	+0,08	-0,24	-0,44	-0,18	+0,15	+0,44
Printemps. . .	726,84	+0,10	-0,51	-0,74	-0,54	-0,01	+0,29	+0,21	-0,04	-0,02	+0,32	+0,50	+0,41
Été	727,39	+0,03	-0,34	-0,57	-0,51	-0,13	+0,27	+0,24	+0,04	+0,02	+0,23	+0,37	+0,29
Automne . . .	725,60	+0,04	-0,34	-0,39	-0,22	+0,10	+0,25	+0,10	-0,19	-0,25	+0,05	+0,37	+0,42
Année.	726,34	+0,08	-0,36	-0,46	-0,30	+0,05	+0,27	+0,17	-0,09	-0,16	+0,11	+0,35	+0,39

SAINT-BERNARD, 1875.

ÉPOQUE	Hauteur moyenne	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1874.	553,96	-0,08	-0,15	0,00	+0,13	+0,19	+0,36	+0,24	-0,09	-0,3	-0,22	-0,09	+0,09
Janvier 1875 . .	564,69	+0,01	-0,09	+0,08	+0,26	+0,33	+0,38	+0,13	-0,27	-0,50	-0,32	-0,11	+0,10
Février	557,00	-0,09	-0,11	-0,14	+0,08	+0,20	+0,22	+0,15	0,00	-0,11	-0,09	-0,06	-0,04
Mars	561,00	-0,14	-0,14	-0,11	+0,17	+0,46	+0,69	+0,42	-0,03	-0,33	-0,36	-0,32	-0,28
Avril	562,38	+0,02	+0,02	+0,07	+0,14	+0,34	+0,42	+0,24	-0,16	-0,42	-0,36	-0,27	-0,04
Mai	566,97	+0,10	+0,09	0,00	0,00	+0,15	+0,28	+0,16	-0,18	-0,35	-0,20	-0,06	0,00
Juin	567,16	+0,02	-0,01	-0,05	-0,02	+0,16	+0,39	+0,23	-0,13	-0,31	-0,21	-0,10	+0,01
Juillet	567,22	-0,05	-0,05	-0,01	+0,10	+0,23	+0,38	+0,31	-0,01	-0,26	-0,25	-0,23	-0,17
Août	570,18	-0,04	0,00	+0,02	+0,02	+0,21	+0,35	+0,23	-0,10	-0,30	-0,26	-0,14	-0,03
Septembre . . .	569,62	+0,01	-0,03	-0,04	-0,01	+0,20	+0,34	+0,15	-0,20	-0,33	-0,16	-0,01	+0,09
Octobre	561,40	+0,06	-0,09	+0,02	+0,14	+0,24	+0,26	+0,01	-0,29	-0,38	-0,17	+0,02	+0,16
Novembre . . .	558,84	-0,08	-0,14	+0,04	+0,23	+0,23	+0,21	+0,03	-0,19	-0,31	-0,15	+0,05	+0,10
Hiver	558,60	-0,05	-0,12	-0,02	+0,16	+0,24	+0,33	+0,18	-0,12	-0,33	-0,21	-0,09	+0,05
Printemps . . .	563,46	-0,01	-0,01	-0,01	+0,11	+0,32	+0,47	+0,28	-0,12	-0,36	-0,31	-0,21	-0,11
Été	568,20	-0,03	-0,02	-0,02	+0,03	+0,20	+0,37	+0,25	-0,08	-0,29	-0,24	-0,16	-0,06
Automne	563,27	-0,01	-0,09	0,00	+0,12	+0,22	+0,27	+0,06	-0,23	-0,34	-0,17	+0,01	+0,11
Année	563,41	-0,02	-0,06	-0,01	+0,10	+0,24	+0,36	+0,19	-0,14	-0,33	-0,23	-0,11	0,00

Si l'on prend la différence entre la pression atmosphérique observée à Genève et au Saint-Bernard, on trouve pour le poids de la couche d'air comprise entre les deux stations :

ÉPOQUE	Hauteur moyenne	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.
Hiver	166,93	+0,18	-0,15	-0,15	-0,12	-0,03	-0,07	-0,10	-0,12	-0,11	+0,03	+0,24	+0,39
Printemps . . .	163,38	+0,11	-0,50	-0,73	-0,65	-0,30	-0,18	-0,07	+0,08	+0,34	+0,63	+0,71	+0,52
Été	159,21	+0,04	-0,34	-0,57	-0,56	-0,35	-0,12	-0,03	+0,10	+0,29	+0,45	+0,51	+0,53
Automne	162,33	+0,05	-0,25	-0,39	-0,34	-0,12	-0,02	+0,04	+0,04	+0,09	+0,22	+0,36	+0,31
Année	162,93	+0,10	-0,30	-0,45	-0,40	-0,19	-0,09	-0,02	+0,05	+0,17	+0,34	+0,46	+0,39

Formules de la variation diurne du baromètre à Genève, pendant l'année 1875

	mm	mm ... o	mm ... o	mm ... o
Décembre 1874.	b = 720,43	+0,28 sin (μ +359,4)	+0,36 sin (2 μ +157,3)	+0,09 sin (3 μ +199,9)
Janvier 1875 . .	b = 731,09	+0,07 sin (μ + 95,7)	+0,34 sin (2 μ +162,3)	+0,11 sin (3 μ +208,3)
Février	b = 725,02	+0,10 sin (μ +133,0)	+0,30 sin (2 μ +172,0)	+0,03 sin (3 μ +180,0)
Mars.	b = 727,27	+0,14 sin (μ +249,7)	+0,45 sin (2 μ +160,3)	+0,02 sin (3 μ +341,6)
Avril	b = 725,86	+0,51 sin (μ +181,8)	+0,39 sin (2 μ +167,7)	+0,07 sin (3 μ + 39,3)
Mai.	b = 727,35	+0,56 sin (μ +192,3)	+0,32 sin (2 μ +152,3)	+0,07 sin (3 μ +347,6)
Juin	b = 726,89	+0,40 sin (μ +191,8)	+0,27 sin (2 μ +155,6)	+0,09 sin (3 μ + 9,3)
Juillet	b = 726,70	+0,25 sin (μ +213,3)	+0,25 sin (2 μ +145,3)	+0,05 sin (3 μ +318,3)
Août	b = 728,55	+0,35 sin (μ +188,7)	+0,31 sin (2 μ +149,5)	+0,06 sin (3 μ +331,6)
Septembre. . .	b = 729,28	+0,28 sin (μ +181,0)	+0,48 sin (2 μ +159,7)	+0,09 sin (3 μ + 3,4)
Octobre.	b = 723,67	+0,20 sin (μ +176,9)	+0,33 sin (2 μ +172,8)	+0,05 sin (3 μ +222,8)
Novembre . . .	b = 723,90	+0,08 sin (μ +351,9)	+0,28 sin (2 μ +171,1)	+0,09 sin (3 μ +220,2)

Formules de la variation diurne du baromètre au Saint-Bernard, pendant l'année 1875

Décembre 1874 .	b = 553,96	+0,19 sin (μ +331,1)	+0,18 sin (2 μ +154,7)	+0,06 sin (3 μ +252,4)
Janvier 1875 . .	b = 564,69	+0,29 sin (μ +355,9)	+0,23 sin (2 μ +164,4)	+0,05 sin (3 μ +254,0)
Février	b = 557,00	+0,14 sin (μ +302,9)	+0,11 sin (2 μ +162,4)	+0,00
Mars	b = 561,00	+0,42 sin (μ +316,3)	+0,21 sin (2 μ +143,5)	+0,05 sin (3 μ +356,6)
Avril	b = 562,38	+0,31 sin (μ +343,4)	+0,19 sin (2 μ +137,6)	+0,04 sin (3 μ +319,6)
Mai.	b = 566,97	+0,16 sin (μ + 0,0)	+0,17 sin (2 μ +135,0)	+0,07 sin (3 μ +324,9)
Juin	b = 567,16	+0,16 sin (μ +333,9)	+0,19 sin (2 μ +137,2)	+0,07 sin (3 μ +326,9)
Juillet	b = 567,22	+0,26 sin (μ +321,4)	+0,14 sin (2 μ +127,6)	+0,05 sin (3 μ +315,0)
Août	b = 570,18	+0,21 sin (μ +332,7)	+0,14 sin (2 μ +144,3)	+0,06 sin (3 μ +299,5)
Septembre . . .	b = 569,62	+0,14 sin (μ +348,5)	+0,20 sin (2 μ +154,7)	+0,06 sin (3 μ +323,9)
Octobre	b = 561,40	+0,17 sin (μ + 12,2)	+0,21 sin (2 μ +171,6)	+0,02 sin (3 μ +289,3)
Novembre . . .	b = 558,84	+0,15 sin (μ +356,2)	+0,17 sin (2 μ +188,9)	+0,06 sin (3 μ +229,3)

La hauteur moyenne du baromètre pour le mois de décembre 1875, à Genève, a été de $729^{mm},42$, soit de $8^{mm},99$ plus élevée qu'au mois de décembre 1874, en sorte que la hauteur moyenne pour l'année civile est de $+ 0^{mm},75$ plus élevée que pour l'année météorologique, c'est-à-dire de $727^{mm},09$. Au St-Bernard, la hauteur moyenne du baromètre au mois de décembre 1875 a été de $561^{mm},46$, soit de $7^{mm},50$ plus élevée qu'en 1874, en sorte que la hauteur moyenne pour l'année civile est de $+ 0^{mm},63$ plus élevée que pour l'année météorologique, c'est-à-dire de $564^{mm},04$.

Si l'on compare la hauteur moyenne du baromètre pour chaque mois avec les valeurs moyennes déduites, pour Genève, des 32 années 1836—67, et pour le St-Bernard, des 27 années 1841—67, on trouve les écarts suivants :

Époque.	Genève.	Saint-Bernard.	Genève-St-Bernard.
	mm	mm	mm
Décembre 1874	—8,00	—8,36	+0,36
Janvier 1875. .	+3,86	+4,20	—0,34
Février.	—1,44	—3,24	+1,80
Mars.	+2,34	+1,29	+1,05
Avril.	+1,32	+0,75	+0,57
Mai	+2,27	+3,13	—0,86
Juin	—0,24	+0,05	—0,29
Juillet	—1,06	—1,26	+0,20
Août.	+0,90	+1,78	—0,88
Septembre . . .	+1,72	+2,17	—0,45
Octobre	—2,85	—3,20	+0,35
Novembre . . .	—2,08	—3,19	+1,11
Année mét.1875.	—0,27	—0,47	+0,20
Décembre 1875.	+0,99	—0,86	+1,75
Année civile . .	+0,48	+0,16	+0,32

La hauteur moyenne du baromètre, à Genève, a été un peu plus faible que de coutume, ce qui tient surtout

aux faibles pressions des mois d'hiver et d'automne, malgré la pression plus forte au printemps. Les écarts négatifs des mois de décembre, juillet, octobre et novembre dépassent les limites de l'écart moyen, tandis que les écarts positifs des mois de janvier, mai et septembre dépassent seuls ces limites. L'on ne trouve pour aucun mois une différence très-forte entre les écarts de pression à Genève et au St-Bernard, la plus forte différence de + 1^{m},80, au mois de février, ne s'élève pas au chiffre de la différence qui est fréquemment atteint.

Avec les données suivantes pour l'année 1875: 726^{mm},34 et 563^{mm},41 pour la hauteur moyenne du baromètre dans les deux stations, + 9°,74 et — 1°,39 pour la température moyenne, 0,76 et 0,78 pour la fraction moyenne de saturation, je trouve d'après mes tables hypsométriques 2073^{m},3 pour la différence d'altitude entre les deux stations, le chiffre obtenu par le nivellement direct étant de 2070^{m},3.

Les tableaux suivants renferment les données qui permettent d'apprécier la variabilité du baromètre dans chaque station, soit que l'on considère l'écart entre la hauteur moyenne du baromètre pour chaque jour et la hauteur normale, ou la variation entre deux jours consécutifs, soit que l'on considère les minimas et les maximas absolus observés dans chaque mois.

GENÈVE, 1875. — Pression atmosphérique.

Époque	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes négatifs	Écarts extrêmes positifs	Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs négatifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. 1874 .	26	5	5	±9,30	-19,86 le 12	+ 3,55 le 8	±5,11	-16,86 le 9	+ 8,17 le 22
Janv. 1875.	6	25	6	5,20	- 4,91 le 22	+11,09 le 29	3,72	- 5,93 le 16	+ 7,78 le 23
Février. . .	16	12	5	5,66	-11,51 le 27	+ 9,01 le 1	3,51	- 7,67 le 17	+ 6,55 le 11
Mars	11	20	5	6,17	-10,92 le 2	+11,88 le 8	3,43	- 6,31 le 27	+ 7,26 le 24
Avril . . .	11	19	6	4,66	- 8,22 le 7	+ 7,83 le 1	3,06	- 6,69 le 12	+ 7,24 le 14
Mai	7	24	4	4,49	- 8,91 le 30	+ 9,06 le 11	2,62	- 4,74 le 26	+ 6,06 le 11
Juin	15	15	9	2,51	- 3,73 le 16	+ 6,97 le 7	2,40	- 5,96 le 9	+ 4,39 le 18
Juillet . . .	19	12	6	3,69	- 7,91 le 17	+ 4,46 le 27	2,48	- 4,38 le 15	+ 4,91 le 12
Août	12	19	11	3,52	- 9,34 le 5	+ 5,45 le 16	2,48	- 5,10 le 4	+ 5,70 le 7
Septembre.	5	25	8	2,80	- 2,26 le 29	+ 4,63 le 6	2,09	- 5,46 le 29	+ 3,22 le 30
Octobre . .	21	10	3	7,94	-23,98 le 14	+10,23 le 7	4,22	- 7,44 le 14	+ 9,52 le 15
Novembre .	20	10	6	5,94	-10,82 le 30	+ 7,12 le 18	3,92	- 8,90 le 20	+10,28 le 12
Année . . .	169	196	74	±5,44	-23,98 le 14 octobre	+11,88 le 8 mars	±3,32	-16,86 le 9 décemb. 1874	+10,28 le 12 novembre

SAINT-BERNARD, 1875. — PRESSION ATMOSPHÉRIQUE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. 1874 .	28	3	2	±9,39	−19,17 le 21	+ 1,22 le 6	±3,89	−10,71 le 9	+ 6,33 le 18
Janv. 1875.	5	26	7	5,32	− 6,21 le 22	+ 9,78 le 28	3,90	− 7,42 le 21	+ 7,84 le 23
Février . .	21	7	5	5,25	− 8,46 le 27	+ 6,19 le 2	2,79	− 7,60 le 17	+ 5,48 le 11
Mars. . . .	11	20	7	5,71	−10,14 le 2	+12,42 le 8	3,27	− 6,58 le 11	+ 5,67 le 6
Avril. . . .	11	19	6	3,72	− 7,15 le 8	+ 6,36 le 20	2,37	− 5,48 le 22	+ 4,78 le 11
Mai	6	25	4	4,65	− 5,63 le 30	+ 7,55 le 24	2,00	− 4,76 le 27	+ 3,93 le 31
Juin	13	17	5	2,49	− 2,84 le 17	+ 6,77 le 8	1,74	− 3,24 le 9	+ 3,64 le 1
Juillet . . .	22	9	6	3,58	− 7,89 le 17	+ 4,27 le 6	2,20	− 4,29 le 8	+ 3,73 le 26
Août. . . .	9	22	3	4,91	−10,55 le 5	+ 7,60 le 17	2,46	− 6,80 le 4	+ 6,29 le 7
Septembre.	2	28	2	3,26	− 2,82 le 29	+ 6,05 le 12	1,71	− 4,29 le 29	+ 3,12 le 12
Octobre . .	22	9	1	7,40	−20,76 le 14	+ 8,31 le 6	3,33	− 5,46 le 11	+ 6,52 le 16
Novembre .	22	8	4	6,51	−11,53 le 30	+ 6,00 le 16	3,40	−11,76 le 20	+ 4,72 le 12
Année . . .	172	193	52	±5,42	−20,76 le 14 octobre	+12,42 le 8 mars	±2,82	−11,76 le 20 novembre	+ 7,84 le 23 janvier

GENÈVE, 1875.

Époque.	Maximum.	Date.	Maximum.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Déc. 1874.	706,69	le 12	733,64	le 8	26,95
Janv. 1875.	716,24	le 22	739,54	le 24	23,30
Février . .	713,36	le 27	736,95	le 1	23,59
Mars . . .	714,19	le 2	737,77	le 8	23,58
Avril . . .	714,89	le 7	732,89	le 1	18,00
Mai	716,58	le 30	734,64	le 12	18,06
Juin. . . .	720,74	le 16	734,03	le 8	13,29
Juillet. . .	719,55	le 17	733,18	le 27	13,63
Août . . .	718,00	le 5	734,16	le 16	16,16
Septembre.	723,05	le 29	732,83	le 1	9,78
Octobre. .	700,30	le 14	737,65	le 7	37,35
Novembre.	713,19	le 8	734,90	le 17	21,71
Année . . .	700,30	le 14 oct.	739,54	le 24 janvier	39,24

SAINT-BERNARD, 1875.

Époque.	Maximum.	Date.	Maximum.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Déc. 1874.	540,74	le 21	564,43	le 8	23,69
Janv. 1875.	551,26	le 22	571,20	le 28	19,94
Février . .	550,15	le 24	567,29	le 2	17,14
Mars . . .	549,22	le 2	572,67	le 8	23,45
Avril . . .	552,86	le 8	568,67	le 20	15,81
Mai. . . .	559,12	le 30	572,68	le 24	13,56
Juin. . . .	563,81	le 17	573,89	le 7	10,08
Juillet. . .	560,09	le 17	573,22	le 6	13,13
Août . . .	557,42	le 5	576,67	le 16	19,25
Septembre.	561,93	le 29	573,93	le 12	12,00
Octobre. .	542,34	le 14	573,99	le 6	31,65
Novembre.	550,29	le 30	569,38	le 16	19,09
Année. . .	540,74	le 21 déc. (1874)	576,67	le 16 août	35,93

GENÈVE, 1875. — Tension de la vapeur.

ÉPOQUE	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	18 h.	20 h.	22 h.	TENSION moyenne des 24 h.	TENSION Minimum absolu	TENSION Maximum absolu
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1874.	3,74	3,71	3,66	3,64	3,66	3,59	3,73	3,72	3,76	3,67	1,81	8,35
Janvier 1875 . .	4,78	4,63	4,75	4,72	4,71	4,68	4,52	4,53	4,74	4,65	2,02	7,74
Février	3,48	3,57	3,67	3,73	3,68	3,71	3,51	3,47	3,60	3,57	2,07	5,67
Mars	4,49	4,39	4,50	4,57	4,66	4,62	4,39	4,42	4,44	4,45	2,06	8,53
Avril	4,77	4,68	4,50	4,77	5,27	5,14	4,95	5,17	4,89	4,86	1,05	8,16
Mai.	8,70	8,37	8,23	8,50	8,93	8,90	8,55	8,75	8,59	8,58	4,85	13,29
Juin	10,04	9,97	10,04	10,42	10,48	10,66	10,50	10,50	10,51	10,31	4,84	14,04
Juillet	10,43	10,56	10,48	10,42	11,09	11,22	10,65	11,00	10,75	10,68	5,98	16,12
Août	12,60	12,44	12,50	12,64	12,86	12,61	11,72	12,51	12,55	12,37	7,85	18,26
Septembre . . .	11,17	10,88	11,31	11,29	11,57	11,29	10,29	11,10	11,36	10,91	5,80	15,46
Octobre.	7,54	7,39	7,53	7,77	7,60	7,48	7,01	7,33	7,51	7,33	4,30	12,08
Novembre . . .	5,69	5,76	5,61	5,69	5,66	5,64	5,46	5,46	5,58	5,58	2,37	9,38
Hiver.	4,02	3,98	4,04	4,04	4,03	4,00	3,93	3,92	4,05	3,98	1,81	8,35
Printemps . . .	6,00	5,83	5,76	5,96	6,30	6,23	5,93	6,12	5,98	5,97	1,05	13,29
Été	11,03	11,00	11,02	11,17	11,49	11,50	10,96	11,35	11,28	11,13	4,84	18,26
Automne	8,13	8,00	8,14	8,24	8,27	8,13	7,58	7,96	8,14	7,93	2,37	15,46
Année	7,31	7,22	7,25	7,37	7,51	7,49	7,12	7,35	7,38	7,27	1,05	18,26

GENÈVE, 1875. — Fraction de saturation en millièmes.

ÉPOQUE	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.	Fraction moyenne	Minimum absolu	Maximum absolu
Déc. 1874 .	741	731	757	791	814	835	850	843	841	858	858	801	816	400	1000, 8 fois
Janvier 1875	806	756	776	810	838	870	886	893	890	898	903	861	849	150	1000, 34 »
Février. . .	709	690	715	770	810	851	879	889	888	886	857	799	812	290	1000, 3 »
Mars	625	576	592	642	714	747	776	805	836	837	777	678	717	290	1000, 4 »
Avril	465	427	409	462	577	616	687	770	818	783	654	526	599	110	990,
Mai	559	498	484	536	635	703	753	809	842	797	687	604	659	250	960,
Juin	572	542	554	606	693	754	798	846	868	823	713	642	701	180	1000, 2 »
Juillet . . .	599	589	578	622	733	811	855	889	910	872	770	688	743	320	1000, 1 »
Août	632	585	591	652	739	798	846	900	936	907	794	694	756	360	1000, 2 »
Septembre .	625	572	610	672	782	847	871	899	929	914	797	692	767	400	990,
Octobre . .	718	697	748	833	866	880	894	920	930	923	893	790	841	400	1000, 26 »
Novembre .	745	731	736	791	826	854	861	870	880	867	843	775	815	440	1000, 11 »
Hiver. . . .	753	727	750	791	821	852	871	874	872	881	873	821	824	150	1000, 45 fois
Printemps .	551	501	496	547	643	690	739	795	832	806	707	603	659	110	1000, 4 »
Été	601	572	574	627	722	788	833	879	905	868	760	675	734	180	1000, 5 »
Automne . .	696	667	699	766	825	860	875	897	913	901	845	753	808	400	1000, 37 »
Année . . .	650	616	629	682	752	797	830	861	881	864	796	712	756	110	1000, 91 fois

Formules de la variation diurne de la fraction de saturation. — GENÈVE, 1875.

Décembre 1874	$H = 810 + 56 \sin(\mu + 229°,2) + 23 \sin(2\mu + 212°,7) + 11 \sin(3\mu + 263°,1)$
Janvier 1875 .	$H = 849 + 62 \sin(\mu + 217,8) + 23 \sin(2\mu + 194,3) + 9 \sin(3\mu + 206,8)$
Février	$H = 812 + 98 \sin(\mu + 229,7) + 25 \sin(2\mu + 217,8) + 8 \sin(3\mu + 236,1)$
Mars	$H = 717 + 122 \sin(\mu + 223,1) + 26 \sin(2\mu + 233,0) + 6 \sin(3\mu + 33,4)$
Avril	$H = 599 + 192 \sin(\mu + 221,5) + 24 \sin(2\mu + 281,5) + 20 \sin(3\mu + 49,1)$
Mai	$H = 659 + 168 \sin(\mu + 224,4) + 6 \sin(2\mu + 270,0) + 20 \sin(3\mu + 64,9)$
Juin	$H = 701 + 158 \sin(\mu + 230,6) + 14 \sin(2\mu + 274,4) + 12 \sin(3\mu + 67,4)$
Juillet	$H = 743 + 167 \sin(\mu + 229,3) + 9 \sin(2\mu + 241,5) + 13 \sin(3\mu + 32,9)$
Août	$H = 756 + 168 \sin(\mu + 225,8) + 19 \sin(2\mu + 262,0) + 13 \sin(3\mu + 56,4)$
Septembre . .	$H = 767 + 170 \sin(\mu + 233,1) + 28 \sin(2\mu + 234,8) + 14 \sin(3\mu + 37,0)$
Octobre . . .	$H = 841 + 105 \sin(\mu + 237,4) + 43 \sin(2\mu + 237,0) + 8 \sin(3\mu + 205,9)$
Novembre . .	$H = 815 + 74 \sin(\mu + 236,3) + 17 \sin(2\mu + 229,2) + 3 \sin(3\mu + 41,0)$

Au mois de décembre 1875, la tension moyenne de la vapeur a été de $3^{mm},84$ et la fraction moyenne de saturation 0,855, il en résulte une très-légère modification pour l'année civile, la tension moyenne de la vapeur devenant $7^{mm},28$, et la fraction moyenne de saturation 0,759.

Si l'on compare l'année 1875, au point de vue de l'état hygrométrique, avec la moyenne des 20 années 1848-67, on trouve les écarts suivants pour la tension de la vapeur, pour la fraction de saturation et pour le nombre de cas de saturation.

	ÉCARTS.		
	Tension de la vapeur.	Fraction de saturation.	Cas de saturation.
	mm		
Décembre 1874 .	−0,55	— 56	—34
Janvier 1875 . .	+0,53	— 13	0
Février	—0,78	— 9	—16
Mars	—0,24	— 44	— 6
Avril	—1,21	—109	— 4
Mai	+0,74	— 55	— 5
Juin.	+0,37	— 6	0
Juillet	+0,10	+ 65	0
Août	+1,77	+ 48	0
Septembre. . . .	+1,40	— 12	— 6
Octobre	—0,46	+ 4	+ 5
Novembre. . . .	+0,25	— 21	— 6
Année 1875. . .	+0,17	— 17	—72

Les mois de décembre, février, mars et surtout avril, dans lesquels la tension de la vapeur, aussi bien que la fraction de saturation ont été plus faibles que de coutume, peuvent être considérés comme ayant un caractère prononcé de sécheresse; les mois de juillet et d'août, au contraire, ont un caractère prononcé d'humidité. En moyenne dans l'année, la tension de la vapeur a été un peu plus forte que de coutume, tandis que la fraction de saturation a été plus faible, et que les cas de saturation ont été moins fréquents.

Vents observés à Genève, dans l'année 1875.

	Décemb. 1874.	Janvier 1875.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Année.
Calme	4	7	4	3	7	4	10	10	6	13	15	4	87
N. . .	38	20	52	94	99	97	63	75	85	67	46	21	757
NNE .	79	32	79	150	68	50	35	16	22	36	29	20	616
NE. .	44	20	66	56	46	29	20	10	13	12	27	51	394
ENE .	1	4	5	0	2	1	4	5	2	1	2	6	33
E. . .	9	15	7	2	0	1	8	5	4	7	10	13	81
ESE .	4	4	1	0	3	1	4	0	3	0	1	3	24
SE. .	12	22	10	6	2	2	7	9	7	9	14	13	113
SSE. .	10	11	4	6	6	5	5	5	4	6	14	5	81
S. . .	33	27	22	11	11	13	23	13	19	23	22	15	232
SSO. .	70	67	16	14	52	51	48	41	66	41	35	115	616
SO. .	51	59	21	14	24	30	27	53	30	36	33	50	428
OSO. .	15	16	5	5	9	8	10	6	10	9	7	12	112
O . .	10	16	4	8	2	3	11	18	10	10	12	6	110
ONO .	2	2	1	0	1	2	0	0	4	1	2	4	19
NO. .	2	10	6	13	4	10	11	10	7	11	13	12	109
NNO .	3	6	8	12	9	17	14	21	8	13	18	3	132

	RAPPORT. Vents. NE. à SO.	RÉSULTANTE. Direction.	Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Décembre 1874 .	0,96	S 18°,8 O	4,3	1,4
Janvier 1875. . .	0,49	S 25,6 O	33,9	2,5
Février	3,07	N 26,5 E	53,6	1,5
Mars	5,81	N 13,2 E	94,3	1,1
Avril	2,19	N 5,9 E	44,3	2,6
Mai	1,70	N 12,1 O	35,5	1,4
Juin.	1,09	N 34,7 O	13,7	3,7
Juillet.	0,85	N 68,7 O	23,4	3,6
Août	0,94	N 74,1 O	16,7	2,2
Septembre . . .	1,02	N 51,2 O	16,3	4,8
Octobre.	1,05	N 43,6 O	7,7	5,4
Novembre. . . .	0,56	S 21,5 O	91,9	1,5
Année	1,64	N 15,1 O	16,2	2,6

Les chiffres du tableau précédent représentent l'intensité relative des différents vents sur un nombre total de 3285 observations dans l'année; si l'on réduit ces chiffres pour les deux courants principaux, les vents du nord, du nord-nord-est et du nord-est d'une part, et ceux du sud, du sud-sud-ouest et du sud-ouest d'autre part, au chiffre proportionnel représentant leur intensité relative sur un nombre de 1000 observations, afin de les comparer aux valeurs moyennes, on trouve :

	1875.	Moyenne.	Différence.		1875.	Moyenne.	Différence.
N.	230	265	— 35	S.	71	110	— 39
NNE.	188	200	— 12	SSO.	188	196	— 8
NE.	120	48	+ 72	SO.	130	125	+ 5
Pour les 3 directions N à NE			+ 25	Pour les 3 directions S à SO			— 42

L'on trouve ainsi dans l'année 1875 une faible diminution dans l'intensité relative des vents du nord et du nord-nord-est, aussi bien que dans celle des vents du sud et du sud-sud-ouest; par contre, l'intensité des vents du nord-est a été sensiblement plus forte que de coutume. Si l'on prend le nombre de jours, où l'atmosphère était fortement agitée, soit par un courant polaire, soit par un courant équatorial, on trouve :

	Nombre de jours de	
	forte bise.	fort vent du Midi.
Décembre 1874 . .	6	5
Janvier 1875. . . .	2	3
Février.	5	0
Mars	9	0
Avril	8	3
Mai	3	1
Juin	2	3
Juillet	0	2
Août	0	3
Septembre	1	3
Octobre	4	6
Novembre	1	8
Année	41	37

Le nombre moyen de jours de forte bise est 42, et celui de jours de forts vents du midi de 44; il y a ainsi une diminution sensible dans le nombre de jours pendant lesquels un courant équatorial très-prononcé a soufflé.

Les vents observés au Saint-Bernard pendant l'année 1875 sont:

ÉPOQUE.	VENTS. NE.	SO.	Rapport.	RÉSULTANTE. Direction.	Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Déc. 1874.	264	84	3,14	N 45° E	64,5	1,8
Janv. 1875.	293	64	4,58	N 45 E	82,1	0,4
Février . .	256	80	3,20	N 45 E	69,8	0,0
Mars. . . .	261	95	2,75	N 45 E	59,5	0,0
Avril . . .	206	114	1,81	N 45 E	34,1	0,0
Mai	220	67	3,28	N 45 E	54,8	0,0
Juin. . . .	156	140	1,11	N 45 E	5,9	0,0
Juillet . . .	199	100	1,99	N 45 E	35,5	0,0
Août . . .	238	65	3,66	N 45 E	62,0	0,0
Septembre.	235	82	2,87	N 45 E	56,7	0,0
Octobre. .	221	128	1,73	N 45 E	33,3	0,7
Novembre.	289	70	4,13	N 45 E	81,1	0,0
Année. . .	2838	1089	2,61	N 45 E	53,2	0,2

Pluie ou neige, dans l'année 1875.

ÉPOQUE.	GENÈVE. Nombre de jours.	Eau tombée. mm	Nombre d'heures.	SAINT-BERNARD. Nombre de jours.	Eau tombée. mm
Décemb. 1874.	12	102,4	79	10	141,6
Janvier 1875 .	11	75,9	84	11	126,7
Février	8	15,9	33	7	60,5
Mars	4	16,6	25	4	42,4
Avril	6	25,9	28	6	40,5
Mai	7	49,5	33	6	52,2
Juin.	15	105,1	58	13	209,5
Juillet.	16	180,0	95	15	251,3
Août	9	104,5	61	9	128,0
Septembre. . .	7	22,3	21	10	89,0
Octobre. . . .	17	174,4	132	11	184,9
Novembre. . .	19	100,5	115	12	243,5
Hiver	31	194,2	196	28	328,8
Printemps. . .	17	92,0	86	16	135,1
Été	40	389,6	214	37	588,8
Automne . . .	43	297,2	268	33	517,4
Année.	131	973,0	764	114	1570,1

La comparaison de l'année 1875 avec la moyenne des 42 années 1826-67, pour Genève, et avec celle des 27 années 1841-67, pour le St-Bernard, donne les différences suivantes pour le nombre de jours de pluie, ou de neige, et pour la quantité d'eau tombée.

	ÉCARTS A GENÈVE		ÉCARTS AU ST.-BERNARD	
	Jours de pluie.	Eau tombée.	Jours de pluie.	Eau tombée.
		mm		mm
Décembre 1874	+ 3	+ 52,5	+ 2	+ 68,5
Janvier 1875..	+ 1	+ 27,0	0	— 2,4
Février	0	— 21,7	— 2	— 33,1
Mars..........	— 6	— 31,9	— 7	— 54,5
Avril.........	— 5	— 32,5	— 5	— 79,5
Mai...........	— 5	— 32,4	— 5	— 67,9
Juin..........	+ 4	+ 27,5	+ 3	+108,1
Juillet	+ 7	+112,5	+ 6	+176,2
Août..........	— 1	+ 23,4	0	+ 42,2
Septembre ...	— 4	— 78,4	+ 1	— 27,0
Octobre	+ 6	+ 76,5	+ 1	+ 42,6
Novembre	+ 9	+ 26,7	+ 2	+145,0
Hiver	+ 4	+ 57,8	0	+ 33,0
Printemps....	—16	— 96,8	—17	—201,9
Été...........	+10	+163,4	+ 9	+326,5
Automne.....	+11	+ 24,8	+ 4	+160,5
Année	+ 9	+149,2	— 4	+318,1

Dans les deux stations, le printemps a été exceptionnellement sec, les autres saisons ont été plus humides, surtout l'été; en somme, l'excédant de la quantité d'eau tombée dans l'année est considérable. L'année 1875 forme ainsi un contraste frappant avec l'année précédente, qui avait été très-sèche, et dans le courant de laquelle il était tombé 412^{mm} moins d'eau à Genève, et 844^{mm} moins au St-Bernard.

La quantité de neige tombée à Genève pendant l'hiver a été peu considérable ; au mois de décembre, il y a eu 4 jours, où il en est tombé en quantité suffisante, et sans mélange de pluie, pour que la hauteur de la couche pût être mesurée. Pour ces 4 jours la hauteur de la

couche est en somme de 235 millimètres. Mais le sol n'a pas été recouvert pendant un intervalle de plus de 6 jours consécutifs dans ce mois. Au mois de janvier, il n'y a pas eu de neige; il y en a eu 3 jours au mois de février, avec une hauteur de 147 millimètres, et elle a fondu rapidement. Enfin, à la fin de novembre, il est tombé en deux jours 70 millimètres.

Hauteur de la neige tombée au Saint-Bernard dans les différents mois de 1875.

	millimètres.
Décembre 1874. . . .	1710
Janvier 1875	1630
Février.	750
Mars	470
Avril	470
Mai.	170
Juin	80
Juillet.	90
Août	150
Septembre	130
Octobre.	1170
Novembre	2360
Année	9180

J'ai indiqué dans le tableau suivant pour chaque mois, les plus longues périodes de sécheresse, ou de jours consécutifs sans pluie, et les plus longues périodes pluvieuses, ou de jours de pluie consécutifs. J'ai indiqué également le nombre de jours compris dans le nombre total de jours de pluie, pour lesquels la quantité d'eau tombée était très-faible, au-dessous d'un millimètre, ou presque insensible, au-dessous d'un quart de millimètre; enfin la quantité maximum d'eau tombée dans 24 heures.

Époque.	Périodes de sécheresse.	Périodes pluvieuses.	Pluie dans 24 heures au-dessous de 1mm,0.	Pluie dans 24 heures au-dessous de 0mm,25.	Pluie dans 24 heures maximum.	Pluie dans 24 heures dépassant 3cm
					mm	
Décembre 1874	6 jours (27 déc. 1 janv.)	4 jours (11-14)	2	0	40,0 le 1	1
Janvier 1875..	10 » (6-15)	3 »	0	0	23,6 le 17	–
Février	7 » (5-11 et 13-19)	4 » (24-27)	2	2	6,1 le 12	–
Mars	19 » (18 mars 5 avril)	2 »	1	1	7,7 le 12	–
Avril	12 » (10-21)	4 » (6- 9)	1	0	7,0 le 22	–
Mai	10 » (8-17)	2 »	1	1	16,8 le 19	–
Juin	4 »	4 » (15-18 et 22-25)	1	0	22,2 le 24	–
Juillet	9 » (26 juillet 3 août)	5 » (15-19)	0	0	38,3 le 8	1
Août	8 » (14-21)	4 » (4- 7)	1	0	35,5 le 4	1
Septembre....	10 » (30 août – 8 sept. et 10-19)	3 »	3	0	11,6 le 21	–
Octobre......	4 »	7 » (9-15)	2	0	45,4 le 10	1
Novembre	10 » (31 oct. 12 nov.)	3 »	3	1	22,7 le 6	–
Année	19 jours (du 18 mars au 5 avril.)	7 jours (9-15 octobre)	17	5	45,4 le 10 octob.	4

D'après le nombre d'heures de pluie donné pour chaque mois, à Genève, dans un tableau précédent, j'ai calculé comme de coutume la durée relative de la pluie, soit le rapport de ce nombre au nombre total d'heures dans le mois, la durée moyenne de la pluie par jour de pluie, enfin l'intensité, soit la hauteur de l'eau tombée en moyenne dans une heure.

GENÈVE.

Époque.	Durée relative de la pluie.	Nombre moyen d'heures par jour.	Eau tombée dans 1 heure.
Décembre 1874...	0,106	8,53	1mm,30
Janvier 1875.....	0,113	6,90	0,90
Février.........	0,049	1,99	0,48
Mars	0,034	4,15	0,66
Avril...........	0,039	4,32	0,92
Mai............	0,044	7,07	1,50
Juin	0,081	7,01	1,81
Juillet	0,128	11,25	1,89
Août	0,082	11,61	1,71
Septembre	0,029	3,19	1,06
Octobre	0,177	10,26	1,32
Novembre	0,160	5,29	0,87
Hiver...........	0,091	6,26	0,99
Printemps	0,039	5,41	1,07
Été	0,097	9,74	1,82
Automne	0,123	6,91	1,11
Année	0,087	7,43	1,27

ÉPOQUE.	GENÈVE Jours de tonnerre	Jours d'éclairs sans tonnerre.
Décembre 1874	0	0
Janvier 1875	0	0
Février	0	0
Mars	0	0
Avril	0	0
Mai	4	2
Juin	8	0
Juillet	5	2
Août	6	0
Septembre	0	0
Octobre	1	0
Novembre	0	1
Année	24	5

État du ciel.

ÉPOQUE.	GENÈVE. Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très-nuag.	Jours cou-verts.	Nebu-losité moyenne.	SAINT-BERNARD. Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très-nuag.	Jours cou-verts.	Nébulosité moyenne
Déc. 1874	1	2	7	21	0,81	4	8	7	12	0,62
Janv. 1875.	2	3	4	22	0,79	9	8	4	10	0,50
Février	1	7	8	12	0,72	9	4	3	12	0,52
Mars	8	10	4	9	0,52	13	6	5	7	0,44
Avril	15	6	5	4	0,31	12	5	5	8	0,43
Mai	11	7	9	4	0,43	9	7	5	10	0,50
Juin	6	5	10	9	0,58	3	6	4	17	0,69
Juillet	7	7	4	13	0,57	5	4	6	16	0,67
Août	14	7	4	6	0,40	10	9	4	8	0,47
Septembre.	7	10	10	3	0,44	8	6	9	7	0,51
Octobre	1	5	6	19	0,74	6	6	4	15	0,63
Novembre.	0	2	5	23	0,86	7	8	2	13	0,58
Hiver	4	12	19	55	0,776	22	20	14	34	0,549
Printemps.	34	23	18	17	0,419	34	18	15	25	0,456
Été	27	19	18	28	0,514	18	19	14	41	0,609
Automne	8	17	21	45	0,684	21	20	15	35	0,571
Année	73	71	76	145	0,597	95	77	58	135	0,546

GENÈVE

ÉPOQUE.	Brouillard tout le jour.	Brouillard une partie de la journée.	Nombre total.
Décembre 1874. . .	0	1	1
Janvier 1875. . . .	9	8	17
Février.	0	4	4
Mars.	0	3	3
Avril.	0	0	0
Mai	0	0	0
Juin	0	0	0
Juillet	0	0	0
Août	0	2	2
Septembre.	0	0	0
Octobre	1	1	2
Novembre	0	3	3
Hiver.	9	13	22
Printemps.	0	3	3
Été.	0	2	2
Automne	1	4	5
Année	10	22	32

La nébulosité dans l'année 1875 ne s'écarte pas beaucoup de la valeur moyenne pour l'hiver, l'été et l'automne, et il y a un léger excédant pour ces trois saisons, mais le printemps a été beaucoup plus clair que de coutume, en sorte qu'en moyenne dans l'année la nébulosité a été moindre qu'elle ne l'est ordinairement. L'absence presque totale de brouillard au mois de décembre, à une époque de l'année à laquelle il est ordinairement très-fréquent, est assez remarquable; le mois de janvier, au contraire, présente une fréquence de brouillard exceptionnelle.

EXAMEN

DES

CONDITIONS PHYSIQUES DE LA TERRE

SA TEMPÉRATURE INTERNE ; LA FLUIDITÉ OU LA SOLIDITÉ
DE SA SUBSTANCE INTÉRIEURE; LA RIGIDITÉ, L'ÉLASTICITÉ, LA PLASTICITÉ
DE SA FIGURE EXTERNE ; LA PERMANENCE OU LA VARIABILITÉ
DE SA PÉRIODE ET DE SON AXE DE ROTATION,

par Sir William THOMSON[1].

Le fait d'une température élevée à l'intérieur de la terre est trop bien connu pour qu'il soit nécessaire de le développer. Il suffit de dire qu'au-dessous de la couche superficielle de roche ou de sol, de dix mètres d'épaisseur, sensiblement affectée par les variations diurnes et annuelles de la température, on trouve généralement un accroissement graduel de la température dans les profondeurs sous-jacentes, équivalant en moyenne à 1° C. par 30 mètres

[1] Le discours dont nous donnons la traduction a été prononcé à Glasgow au début de la réunion annuelle de l'*Association Britannique*, assemblée dans cette ville du 5 au 12 septembre écoulé. Après le discours d'ouverture prononcé par le Président de l'Association, M. le Dr Andrew, les diverses sections du Congrès se sont réunies séparément, et c'est pour inaugurer les travaux de la section de mathématiques et de physique que son président, Sir William Thomson, a fait l'exposé qu'on va lire, après avoir raconté succinctement le voyage qu'il vient de faire en Amérique, et ses visites à la grande exposition de Philadelphie, et aux principales institutions scientifiques des États-Unis.

d'enfoncement; mais beaucoup plus grand dans le voisinage de volcans en éruption, de sources d'eau chaude, ou de vapeurs sulfureuses de nature volcanique. Il vaut la peine d'observer en passant que, jusqu'ici, on n'a pas rencontré de localités où le taux d'augmentation de la température souterraine soit exceptionnellement petit, ni de places où la température diminue en aucun temps au delà de la couche influencée par les saisons. Aucune portion de la surface du globe tant soit peu considérable, couverte de neige ou de glace pendant des milliers d'années, et où la couche de glace a fondu et a laissé une température moyenne extérieure de 13°, ne présente une température décroissante à quelque profondeur au-dessous de la surface ; et trois mille six cents ans après la disparition de la glace, on s'apercevrait encore de l'effet de l'ancien froid, à la réduction du taux de l'augmentation de la température dans les couches supérieures, s'élevant ensuite peu à peu à sa valeur normale qu'elle atteindrait à la profondeur de 600 mètres.

Un calcul géologique fort simple amène à la conclusion, qu'au taux de 1° par chaque 30 mètres on arrive à 1000° pour 30000 mètres et à 3333° pour 100 kilomètres, et arithmétiquement ce résultat est irréfagrable ; mais que penser de la conclusion physique qui en découle, qu'entre 30 et 100 kilomètres de profondeur, les températures sont assez élevées pour fondre toutes les substances dont se compose la croûte terrestre ? On a remarqué, il est vrai, que si l'observation indiquait quelque diminution ou augmentation dans le taux de l'accroissement des températures souterraines à de grandes profondeurs, on ne pourrait pas induire légitimement le taux uniforme de 1° pour 30 mètres, ou quelque chose d'analogue, jusqu'à 30, 60 ou

100 kilomètres. Mais l'observation n'a rien signalé de pareil, et c'est pourquoi il est certainement plus conforme à une saine philosophie d'admettre qu'il n'y a pas grande déviation à la règle de l'accroissement précité dans toutes les régions où on a pénétré à de grandes profondeurs. Ces profondeurs n'ont toutefois jamais dépassé un kilomètre, et si une diminution de 10 pour cent dans le taux de l'augmentation se rencontrait à cette profondeur d'un kilomètre, cela prouverait que dans les derniers 100000 ans, la température de la superficie du globe a dû être plus élevée que celle qu'on trouve aujourd'hui à ladite profondeur d'un kilomètre. Il n'est pas douteux qu'une observation de ce genre ne se fasse dans des lieux submergés par des laves, de mémoire d'homme, ou quelques milliers d'années en arrière. Mais si, sans aller au delà d'un kilomètre, une diminution de 10 p. $^{0}/_{0}$ dans le taux de l'accroissement de la température se manifestait pour la terre entière, cela limiterait l'histoire géologique dans son ensemble à moins de 100000 ans, ou en tout cas, cela établirait une objection insurmontable contre toute hypothèse relative à une transmission continue de la vie au delà d'une période de 100000 ans.

La recherche de localités spéciales, où le taux de l'accroissement des températures souterraines, à des profondeurs inférieures à un kilomètre, irait en diminuant, pourrait être d'un immense intérêt, pour fixer l'époque de l'extinction de certains volcans qui a eu lieu il y a 100000 ans à peu près ; mais la géologie nous affirme trop péremptoirement qu'il n'y a pas à s'y attendre, hormis dans quelques localités restreintes, et que nous ne rencontrerons pas le fait réalisé dans aucune position tant soit peu considérable de la surface du globe. Si nous

admettons une discontinuité de cette espèce dans la limite de 900000 ans, nous pouvons nous attendre à trouver une diminution sensible dans le taux de décroissance à 3 kilomètres de profondeur, mais pas à moins de 30 kilomètres, si les géologues peuvent attester que le temps embrassé par leur science s'étend à 90 millions d'années. Cette base implique une température de 1000° C. à une profondeur de 30 kilomètres ; elle laisse présumer quelque chose de moins que 2000° pour la température à 60 kilomètres, et n'exige pas plus de 4000° au delà. Mais à de grandes profondeurs, cette température ne serait pas inférieure à 4000° C. Ce ne serait pas trop imposer aux géologues que de leur accorder 50 millions d'années pour expliquer les transformations qu'ils étudient. La température à de grandes profondeurs se trouverait alors réduite à 3000°.

Si la substance actuelle de la terre, quelle qu'elle soit, rocheuse ou métallique, à des profondeurs de 60 à 100 kilomètres, sous la pression qu'elle suppose, peut être solide à des températures de 3000 à 4000°, nous pouvons tenir la première estimation (90000000 ans) comme aussi probable que la seconde (50000000 ans), en tant que la température souterraine peut nous fournir des arguments concluants. Si à 4000°, la substance de la terre devait se fondre à une profondeur de cent kilomètres, il nous faudrait rejeter la première hypothèse, quoique nous puissions encore admettre la seconde. Si elle devait se liquéfier à 3000°, nous devrions conclure que 50 millions d'années est une estimation exagérée.

Quel que soit son âge, nous devons être assurés que la terre est solide dans son intérieur, non pas, je le veux bien, dans sa totalité ; car dans certaines régions volcani-

ques il y a incontestablement des espaces remplis de lave liquide. Mais quelle que soit l'étendue de la portion liquide, soit les eaux de l'océan, soit les matières en fusion de l'intérieur, cette portion est petite en comparaison de l'ensemble, et nous devons rejeter péremptoirement toute hypothèse géologique qui représente le globe terrestre comme une enveloppe solide de 30, 100, 500, ou 1000 kilomètres d'épaisseur recouvrant une masse liquide interne, en vue d'expliquer la chaleur souterraine, d'anciens soulèvements ou abaissements de sa croûte solide, ou encore des volcans en activité.

Hopkins a été le premier à parvenir à cette conclusion; il peut donc à juste titre être considéré comme ayant démontré la solidité de la terre. Il y a été amené par l'examen des phénomènes de la précession et de la nutation, et il a donné sa thèse comme extrêmement probable sinon comme absolument prouvée, reconnaissant lui-même ce que ses travaux avaient d'incomplet. Mais l'application rigoureuse de l'analyse conduit au même résultat, d'une manière encore plus certaine.

Je suis d'autant plus fondé à l'affirmer après l'entretien que j'ai eu récemment avec le professeur Newcomb à Washington. Quoique je l'eusse entièrement convaincu de la rigidité de la terre, par la théorie des marées, il doutait encore de mes arguments tirés de la précession et de la nutation. Essayant de me rappeler ce que j'avais écrit sur le sujet il y a quatorze ans, dans un mémoire inséré dans les Transactions de la Société Royale, sur la rigidité de la terre, ma conscience me tourmentait et je ne pouvais que balbutier que les procédés par lesquels j'étais arrivé à ma conviction étaient fondés. Mon interlocuteur prétendait que l'hypothèse de la viscosité de la

terre pourrait suffire pour rendre compte de la précession et de la nutation aussi bien que celle de sa rigidité. C'est ce que je ne pouvais pas mieux admettre que lorsque cette idée avait été mise en avant pour la première fois par Delaunay. Cependant un doute avait pénétré dans mon esprit, quant à mes procédés de raisonnement, et je n'avais pas achevé mon voyage nocturne de Philadelphie que j'étais déjà arrivé à la conviction de leur fausseté. Je dois donc réclamer comme une faveur de chacun de ceux qui ont à leur portée un exemplaire des *Transactions* de la Société Royale pour 1862 et de l'ouvrage de « Thomson et Tait » *Natural Philosophy*, qu'ils veuillent bien rayer les §§ 23 à 31 de mon mémoire sur la Rigidité de la Terre dans le premier recueil, et les §§ 847 à 849 du second, relatifs à l'effet qu'une flexion élastique de la surface de la terre aurait sur les phénomènes de précession et de nutation.

Lorsque j'écrivais ces pages, je ne connaissais que peu ou point la théorie du mouvement giratoire, et jusqu'à ce que mon attention eût été attirée sur elle par M. Newcomb, je n'avais jamais pensé à la lumière qu'elle pourrait jeter sur la question de la quasi-rigidité introduite dans un liquide par un mouvement giratoire, qui m'a tant occupé dans les derniers temps. Avec cette nouvelle lumière, une courte réflexion suffit à me prouver qu'une légère déviation de la surface intérieure de l'enveloppe solide de la forme sphérique parfaite suffirait, en vertu de la quasi-rigidité due au mouvement giratoire, pour empêcher l'enveloppe d'enlever sensiblement plus de précession qu'elle n'en donnerait au liquide, et pour obliger le liquide (homogène ou hétérogène) et l'enveloppe à avoir sensiblement le même mouvement précessionnel,

que si l'ensemble constituait un seul corps rigide. Cette thèse est vraie, lors même que l'ancienne conclusion serait évidente aussi : que si la limite intérieure de l'enveloppe supposée rigide de la terre était rigoureusement sphérique, le liquide intime ne pourrait subir aucune influence de précession ou de nutation du fait de la pression de sa surface extérieure. Par conséquent s'il est homogène il n'aurait point de précession et de nutation, et s'il était hétérogène, il n'en aurait qu'autant qu'il en résulterait de l'attraction extérieure, en vertu de la non-sphéricité de ses surfaces d'égale densité. L'enveloppe aurait donc une précession et une nutation infiniment plus rapides que ce n'est le cas actuellement : quarante fois autant, par exemple si l'épaisseur de l'enveloppe est de 60 kilomètres.

C'est à cause de la très longue période de la précession (26000 ans) comparée à celle de la rotation (un jour), qu'une très petite déviation de la forme sphérique suffirait à entraîner le mouvement de l'ensemble comme si c'était un corps solide. Une étude plus approfondie m'a démontré :

1° Qu'une ellipticité de la surface intérieure égale à $\frac{1}{26000 \times 365}$ serait trop faible, mais qu'une ellipticité cent ou deux cents fois plus grande ne serait pas insuffisante, pour entraîner l'égalité de la précession entre le liquide et son enveloppe.

2° Qu'avec une ellipticité de la surface intérieure égale à $^1/_{300}$, la cause de la précession étant 26000 fois plus grande qu'elle n'est, le mouvement du liquide serait très différent de celui d'une masse rigide, solidement liée à l'enveloppe.

3° Qu'avec les forces existantes et l'ellipticité intérieure d'$^1/_{300}$, la nutation lunaire de dix-neuf ans pourrait être

modifiée de 5 °/₀ de sa valeur par une liquidité intérieure.

4° Enfin que la nutation lunaire semi-annuelle doit-être considérablement affectée par cette liquidité; et la nutation lunaire semi-mensuelle dans une proportion énorme.

Mais malgré l'étendue de ces aperçus, j'ai trouvé impossible de préciser, sans le secours d'une analyse mathématique complète, quels pourraient être les caractères et la valeur des divergences d'avec le mouvement d'un corps rigide, que présenteraient les divers cas de précession et de nutation examinés. L'examen limité au cas d'un liquide homogène enfermé dans une enveloppe ellipsoïdale a amené des résultats, qui, je le confesse, m'ont grandement surpris.

Si l'ellipticité intérieure de l'enveloppe est précisément trop faible, ou la période de la perturbation justement trop grande pour permettre au mouvement de l'ensemble d'être sensiblement celui d'un corps rigide, la première divergence sensible rend le mouvement de précession et de nutation de l'enveloppe plus petit que si l'ensemble était rigide, au lieu de plus grand, comme je m'y attendais La valeur de cette différence est dans le même rapport avec la précession et la nutation actuelles, que celui de la fraction mesurant la vitesse périodique de la perturbation (en fonction de la période de rotation prise pour unité) avec la fraction mesurant l'ellipticité de la surface intérieure de l'enveloppe ; et, il est curieux d'observer que ce résultat est indépendant de l'épaisseur de l'enveloppe, supposée toutefois petite en comparaison du rayon terrestre. Ainsi dans le cas de la précession, l'effet de la liquidité intérieure serait de diminuer la vitesse périodique de la précession dans la proportion indiquée; en d'autres termes

il ajouterait à la période de la précession un nombre de jours égal au multiple de la période de rotation, égal au nombre dont l'inverse est la mesure de l'ellipticité. Dans le cas actuel de la terre, si nous admettons $^1/_{300}$ comme valeur de l'ellipticité de la surface intérieure de l'enveloppe supposée rigide, l'effet serait d'augmenter de 300 jours la période de précession de 26000 ans, ou de diminuer d'environ un soixantième de seconde la précession annuelle de 51″, effet, qui, je n'ai pas besoin de le dire, serait absolument insensible. Mais cet effet deviendrait tout à fait sensible sur la nutation lunaire de 18,6 années. Cette durée de 18,6 ans valant 23 fois 300 jours, elle produirait un effet de diminution de $^1/_{23}$ sur la valeur des axes de l'ellipse décrite, par le pôle de la terre pendant cette période. Les demi-axes de cette ellipse, calculés dans l'hypothèse d'une rigidité absolue, sur les bases du chiffre exact de la précession et sur la connaissance à peu près exacte que nous avons de la part proportionnelle afférente au soleil et à la lune dans cette action, sont de 9″,22 et 6″,86 avec une incertitude s'élevant à moins de $^1/_2$ pour cent. Si ces valeurs étaient chacune diminuées de $^1/_{23}$, l'écart aurait pu être ou n'être pas découvert, mais on aurait à coup sûr pu le constater.

Jusqu'ici aucune preuve catégorique de la solidité interne de la terre n'a encore été déduite de la précession et de la nutation terrestres ; mais arrivons maintenant aux nutations semi-annuelles du soleil et semi-mensuelles de la lune. La période de chacune d'elles est inférieure à 300 jours. Or la théorie hydrodynamique prouve que, indépendamment de l'épaisseur de l'enveloppe, la nutation de la croûte serait zéro si la période de la perturbation était 300 fois la période de la rotation (l'ellipticité étant tou-

jours $^1/_{300}$). Si la période de la nutation était intermédiaire entre cette valeur et une autre valeur critique plus petite, dépendant de l'épaisseur de la croûte, la nutation serait négative ; si cette période était égale à cette seconde valeur critique, la nutation serait infinie ; et si la période devient encore plus petite, la nutation redevient positive. En outre la période des 183 jours de la nutation solaire reste si peu au-dessous de la période critique des 300 jours, que la quantité de la nutation n'est pas sensiblement influencée par l'épaisseur de la croûte. Elle est négative et égale à $^{61}/_{39}$ (c'est-à-dire l'inverse de $^{300}/_{183}$-1) de ce qu'elle serait si la terre était entièrement solide. Cette valeur, calculée dans le Nautical Almanac, donne 0'',55 et 0'',51 pour les demi-axes de l'ellipse tracée par l'axe de la terre autour de sa position moyenne ; et si la nutation véritable plaçait l'axe de la terre du côté opposé d'une ellipse ayant 0'',86 et 0,81 pour ses demi-axes, la divergence n'aurait pas pu échapper aux recherches de la science.

Examinons maintenant la nutation lunaire demi-mensuelle. Sa période est $^1/_{20}$ de 300 jours, et sa valeur calculée dans le Nautical Almanac, dans l'hypothèse d'une solidité complète, est telle que le demi-grand axe de l'ellipse, à peu de chose près circulaire, décrite par le pôle, est de 0'',0325. Si la croûte solide était infiniment mince, cette nutation serait négative ; mais sa valeur serait 19 fois plus grande. Le demi-grand axe de l'ellipse serait de 19×0'',0885, soit 1'',7. Elle serait négative et égale à une valeur quelconque entre 1'',7 et l'infini, si l'épaisseur de la croûte se trouvait entre 0 et 120 kilomètres. Cette conclusion est formelle contre l'hypothèse géolo-

gique assignant à la terre une enveloppe rigide remplie de liquide.

Mais, intéressant comme il l'est à un point de vue dynamique, le problème de Hopkins ne peut pas apporter d'argument décisif contre la supposition d'un liquide à l'intérieur de la terre. Il présume la croûte demeurant parfaitement fixe et inflexible dans sa forme. Or c'est là une circonstance irréalisable, aucune substance matérielle n'étant absolument rigide. Cependant composée de roches ou de métal continu aux grandes profondeurs, la croûte ne peut-elle pas dans son ensemble être assez résistante pour présenter en pratique ce caractère d'inflexibilité? Non, il y a là une impossibilité absolue. Au contraire, fût-elle d'acier et de 500 kilomètres d'épaisseur, elle fléchirait à peu près autant que si elle était de caoutchouc, sous les influences déformantes de la force centrifuge, et des attractions du soleil et de la lune. Maintenant, quoique le problème entier de la précession et de la nutation, y compris les marées, dans un liquide sphéroïdal, homogène ou hétérogène, en mouvement permanent, n'ait pas été encore complétement résolu, je crois y avoir vu assez clair pour affirmer que précession et nutation s'y comporteront de même que dans un globe solide, et que les marées y seront identiques à celles de la théorie d'équilibre. Il suit de là que précession et nutation de la croûte solide, avec la flexibilité parfaite qu'elle aurait, même si elle avait 100 kilomètres d'épaisseur et qu'elle fût aussi ferme que l'acier, seraient sensiblement les mêmes que si la terre entière de la surface au centre était solide et parfaitement rigide. La précession et la nutation n'ont donc rien à prétendre contre une hypothèse telle que celle de Darwin, savoir

jusqu'à la grandeur d'une cerise ou d'une noisette. — Remarquons enfin que ces tufs météoriques comme on pourrait les appeler, ne renferment aucune roche vitrifiée, rien qui ressemble à de la lave. Par contre, on y trouve de petites écailles de fer allié au nickel qui semblent indiquer que la masse a dû se trouver dans un gaz réducteur. — Ce gaz est probablement de l'hydrogène dont on a constaté directement la présence dans le fer météorite de Lenarto.

Tous ces faits amènent à considérer les météorites comme produits par une suite d'explosions, provenant de l'expansion de gaz ou de vapeurs renfermés dans les corps stellaires. Parmi ces gaz, l'hydrogène a dû jouer un rôle important.

CHIMIE.

R. Hasenclever. — Fabrication du chlore d'après le procédé de Deacon. (*Berichte d. deuts. chem. Gesellschaft zu Berlin*, IX, p. 1070.)

En 1872, deux procédés nouveaux pour la fabrication du chlore furent exploités industriellement; l'un, celui de M. Weldon, repose sur une meilleure régénération du bioxyde de manganèse. A cet effet, il traite les liquides renfermant le chlorure de manganèse par un excès d'hydrate de chaux, il se forme du chlorure de calcium et un mélange d'oxyde de calcium et d'oxyde de manganèse; ce mélange exposé à l'air chaud s'oxyde et régénère du bioxyde de manganèse qui, se trouvant dans un état de grande division, s'attaque très-facilement par l'acide chlorhydrique. Cette méthode a donné partout de bons résultats.

Le second procédé est celui de Deacon; il repose sur l'oxydation de l'acide chlorhydrique à une température de 360° par l'oxygène de l'air et à l'aide de petites boules d'argile imprégnées d'une dissolution de sulfate de cuivre. Théoriquement tout le chlore de l'acide doit se dégager et l'appareil doit pouvoir fonctionner continuellement, mais en pratique ce n'est pas le cas et plusieurs fabriques qui tra-

vaillaient d'après ce système ont vu la production du chlore diminuer de plus en plus, puis enfin s'arrêter complétement, les unes au bout de 10 mois, les autres après 6, 5 et même un mois et demi d'exploitation.

M. R. Hasenclever a recherché la cause de cet arrêt de production et l'a trouvée dans l'acide sulfurique qui s'échappe des fours à sulfate de soude et qui est entraîné avec l'acide chlorhydrique; en effet, ayant analysé les boules d'argile imprégnées de sulfate de cuivre, il a trouvé qu'elles renfermaient, dans un appareil qui ne fonctionnait plus, 8 % d'acide sulfurique, tandis qu'originairement elles n'en renfermaient que 1,5 % pour 1,2 % de cuivre, et il remarque aussi que les appareils qui avaient fonctionné le plus longtemps étaient ceux dans lesquels on avait conduit un acide chlorhydrique renfermant un minimum d'acide sulfurique. Il ressort de là que c'est l'acide sulfurique qui arrête la production du chlore, et M. Hasenclever donne deux explications de son action. En chauffant le mélange d'acide chlorhydrique et d'acide sulfurique dans des tubes en fer, il se forme du sulfate d'oxyde de fer et de l'acide sulfureux qui, en présence de chlore et d'eau, régénère de l'acide chlorhydrique; d'un autre côté il observa dans des expériences de laboratoire qu'à une température élevée des boules d'argile imprégnées d'acide sulfurique donnent aussi de l'acide sulfureux, on a donc ainsi :

$$H_2SO_4 = SO_2 + O + OH_2 \text{ puis } 2\,HCl + O = 2\,Cl + H_2O$$

et enfin :

$$2\,Cl + SO_2 + 2\,OH_2 = 2\,HCl + H_2SO_4$$

et ainsi de suite, l'acide sulfureux transformant continuellement le chlore formé en acide chlorhydrique et en acide sulfurique.

Pour que le procédé Deacon donnât de bons résultats, il suffirait donc, suivant Hasenclever, d'ôter à l'acide chlorhydrique tout l'acide sulfurique qu'il entraîne. Des essais se font sur ce point dans la fabrique la Rhenania.

E. Noelting. — Sur la constitution des dérivés de la benzine. (*Moniteur scientifique*, 3e série, tome VI, p. 801.)

Dans ce travail M. Nœlting analyse les travaux qui ont été faits ces dernières années sur la constitution des dérivés de la benzine et donne un résumé des connaissances actuelles, sur ce sujet.

L'hypothèse de Kékulé est toujours celle qui est admise par le plus grand nombre de chimistes et celle qui rend le mieux compte de la plupart des faits observés, cependant elle ne les explique pas tous et porte même en elle certaines invraisemblances.

Un certain nombre de propositions peuvent être déjà considérées comme certaines, c'est M. Ladenburg qui les a formulées le premier d'une façon précise : 1° Tous les six atomes d'hydrogène du noyau benzénique sont équivalents entre eux, par conséquent il ne peut exister qu'un seul corps de la formule C_6H_5x et qu'un seul de la formule C_5Hx_5.

2° Quand un de ces atomes d'hydrogène est remplacé par un autre atome ou groupe d'atomes, il y a encore deux fois deux atomes d'hydrogène placés d'une façon symétrique par rapport au premier. Autrement dit, si la place désignée par (1) dans le noyau benzénique est occupée par un groupe quelconque, on n'obtient point en remplaçant successivement les cinq autres atomes d'hydrogène, cinq dérivés différents, mais seulement trois, car les corps obtenus en remplaçant les atomes d'hydrogène (2) et (3) sont identiques avec ceux qu'on obtient en remplaçant (6) et (5) par les mêmes groupes. A la position 1.2 correspond 1.6; à 1.3 correspond 1.5; à 1.4 enfin ne correspond aucune autre.

1
6 2
5 3
4

De là, il s'ensuit que trois modifications isomères sont possibles pour chaque dérivé bisubstitué de la benzine. Dernièrement divers chimistes croyaient, pour certains dérivés, avoir découvert une quatrième modification, mais des recherches précises ont démontré que toutes ces observations étaient erronées.

Il s'ensuit de là que la formule de Kékulé, avec son enchaînement d'atomes alternativement double et simple, ne rend peut-être pas compte exactement des faits, car d'après elle, il semblerait que les positions 1.2 et 1.6 ne devraient pas être identiques, tandis que 1.3 et 1.5 le resteraient.

Si dans l'hexagone benzénique deux atomes d'hydrogène ont été remplacés par d'autres atomes ou groupes d'atomes dans les places 1 et 2, on dit que le corps nouveau appartient à la série « ortho, » dans les places 1 et 3 le corps appartient à la série « méta, » et enfin à la série « para, » si les deux atomes d'hydrogène remplacés occupaient les places 1 et 4.

L'influence qu'un atome ou un groupe d'atomes une fois entré dans le noyau benzénique exerce sur la position d'un autre nouvellement entrant n'est pas sans intérêt :

a) Si à la place 1, il y a un groupe neutre, basique ou très-faiblement acide, tel que CH_3, Cl, Br, J, NH_2, OH, l'action de Cl, Br, J, AzO_3H et H_2SO_5 donne comme produit principal des dérivés de la série para 1.4, à côté de quantités variables, mais toujours moindres, de dérivés de la série ortho 1.2.

b) Si au contraire, 1 est occupé par un groupe acide AzO_2, COOH, SO_3H, l'action des mêmes réactifs fait naître principalement des dérivés de la série méta 1.3, à côté de petites quantités de dérivés des séries ortho 1.2 et para 1.4.

Les groupes $COOC_2H_5$, COH, $CO-CH_3$, $SO_2-C_6H_5$, se comportent, en tant qu'ils ont été étudiés, comme les groupes acides COOH et SO_3H; CH_2-COOH, CH_2-CH_2-COOH et $CH=CH-COOH$, au contraire, comme le groupe neutre CH_3; CAz paraît tenir le milieu entre les deux catégories.

Les faits constatés dans ce domaine jusqu'à ce jour sont résumés dans le tableau suivant :

Chaîne latérale occupant la position 1	On obtient par l'entrée de Cl, Br, J, AzO_2, SO_3H, ces groupes aux places :[1]				
	Cl	Br	J	AzO_2	SO_3H
CH_3	**1.4** 1.2	**1.4** 1.2		**1.4** 1.2; 1.3?	**1.4** 1.2
Cl	**1.4** 1.2	**1.4** 1.2	**1.4**	**1.4** 1.2	**1.4**
Br	Le brome est éliminé	**1.4** 1.2		**1.4** 1.2	**1.4**
J	L'iode est éliminé	L'iode est éliminé		**1.4** 1.2	**1.4**?
Az H_2	**1.4**	**1.4**	**1.4**	**1.4** 1.2	**1.4**
OH	**1.4** 1.2	**1.4** 1.2; 1.3?	**1.4** 1.2; 1.3?	**1.4** 1.2	**1.4** 1.2
Az O_2	**1.3**		Az, O_2 est éliminé	**1.3** 1.2; 1.4	**1.3** 1.2; 1.4
COOH	**1.3**	**1.3**		**1.3** 1.2; 1.4	**1.3**
SO_3 H		**1.3**		**1.3** 1.2; 1.4	**1.3** 1.4
CH_2— COOH	**1.4**	**1.4**		**1.4** 1.2	
CH_2—CH_2 COOH				**1.4** 1.2	
CH=CH—COOH				**1.4** 1.2	
CO—CH_3				**1.4** 1.2	
CO.H				**1.3**	
CAz		**1.4**		**1.3**	
SO_2—C_6H_5				**1.3**	
C_6H_5		**1.4**		**1.4** 1.2	

[1] Le produit principal de la réaction est indiqué en chiffres gras, les produits accessoires en chiffres plus petits et au-dessous.

La substitution ultérieure obéit aux régularités suivantes : Soit un dérivé bisubstitué C_6H_4AB







A l'entrée du troisième atome ou groupe d'atomes, A et B exerceront évidemment chacun son influence sur lui, et c'est celui de ces groupes dont l'influence orientante l'emportera sur l'autre qui assignera la place au groupe C ; il en sera de même pour un quatrième et un cinquième. Voici ce qui résulte des faits observés jusqu'à présent :

a. Si A est le groupe OH, il exercera son influence sur tous les groupes entrants quelque soit B.

b. Si A est le groupe AzH_2, il exercera généralement l'influence orientante prédominante pourvu que B soit un autre groupe que OH.

c. Si A est un groupe autre que OH et AzH_2, il y a plusieurs cas à distinguer : 1° Si A et B sont dans la position 1.4 ou 1.2, ils exerceront simultanément leur influence; 2° si A et B sont dans la position 1.3, la substitution se fera comme si 3 n'était pas occupé du tout. Si dans ce cas un des groupes est neutre, l'autre acide, c'est le groupe neutre qu'il faut considérer comme occupant la place 1.

a et *b*. Si AB sont dans la position 1.4, un nouveau groupe ira en 2, le suivant en 6 ; les suivants enfin en 3 et 5.

Si A et B sont en 1.2, par l'entrée d'un nouveau groupe, on aura en général simultanément deux dérivés, 1.2.4 et 1.2.6, ce dernier en quantité moindre. Un quatrième groupe ira, dans le premier cas, en 6; dans le second, en 4.

Si A et B sont en 1,3, la substitution se fait autant qu'on peut en juger, absolument comme si A était seul présent dans la molécule. Ces lois, si tant est qu'on puisse appliquer ce terme à des observations qui ne sont pas bien nombreuses,

ces lois sont empiriques; cependant elles ont, comme le dit M. Nœlting, leur utilité comme résumant les faits et montrant la voie pour des recherches futures. Ce qui nous reste à faire, c'est, d'une part, d'étudier plus complétement l'influence des groupes les uns sur les autres dans la substitution et, d'autre part, de rechercher des réactions générales permettant de reconnaître rapidement à quelle série appartient un dérivé quelconque nouveau ou de position encore inconnue. Sous ce dernier rapport, presque tout est encore à créer.

CH. LAUTH. SUR UNE NOUVELLE CLASSE DE MATIÈRES COLORANTES. (*Moniteur scientifique*, 3e série, tome VI, p. 833.)

M. Lauth a découvert de nouvelles substances colorantes renfermant du soufre, par l'action du soufre à 180° sur les phénylènes diamines, puis en oxydant la substance obtenue; ou bien il traite le chlorydrate de la base par une dissolution d'hydrogène sulfuré et de perchlorure de fer, dans ce cas la sulfuration et l'oxydation se font en même temps. La matière colorante obtenue par le β phénilène diamine est un violet bleu d'une belle nuance et qui conserve son ton spécial à la lumière artificielle. Par substitution, cette matière donne d'autres dérivés colorés, surtout des bleus solubles dans l'eau et se fixant en teinture par la simple immersion de la fibre dans le bain, ce qui est un grand avantage sur les bleus d'aniline.

V. MERZ ET F. KRAFFT, G. RUOFF. CHLORURATION COMPLÈTE DES SUBSTANCES ORGANIQUES. (*Berichte d. deutsch. chemisch. Gesellschaft zu Berlin*, VIII, 1296; IX, 1048.)

Dans un premier travail, MM. Merz et Krafft avaient montré que les carbures d'hydrogène de la série grasse traités à une température élevée (200°-300°) par l'iode trichloré se transforment tous en chlorure d'éthyle perchloré et en tétrachlorure de carbone, ces deux corps étant les deux produits ultimes de la chloruration et se formant tantôt à côté l'un de l'autre et tantôt isolés. Dans une nouvelle communication

ils annoncent que les carbures d'hydrogène de la série aromatique et la plupart de leurs dérivés donnent, par chloruration complète soit au moyen de l'iode trichloré, soit au moyen du pentachlorure d'antimoine, de l'hexachlorure de benzol, et pour ceux qui renferment des chaînes latérales, respectivement du tétrachlorure de carbone et du chlorure d'éthyle perchloré. Ce résultat est tout en faveur de la théorie de Kékulé qui regarde toutes les substances dites aromatiques comme des dérivés du benzol.

Cette réaction analogue à l'oxydation permettra certainement de reconnaître la constitution de bien des substances organiques.

J. ANNAHEIM. — DU POIDS D'UN ATOME D'HYDROGÈNE. (*Berichte d. deutsch. chemisch. Gesellschaft zu Berlin*, IX, 1151.)

Si l'on dissout dans l'alcool 0,0007 grammes de fuchsine $C_{20}H_{19}N_3.HCl$ et qu'on dilue de façon à avoir 1 litre, nous avons dans chaque centimètre cube de la dissolution 0,0000007 gr. de matière colorante et la teinte est encore très-visible. Or, il faut 35 gouttes pour faire un centimètre cube, et si on laisse tomber une goutte seulement dans une petite éprouvette inclinée sur du papier blanc, on perçoit encore une différence de teinte avec une éprouvette renfermant de l'alcool et servant de comparaison, d'où il suit que l'œil peut encore apprécier la présence de 0,00000002 gr. de fuchsine. Or, si l'on admet que dans cette goutte il n'y ait qu'une molécule de fuchsine, et dans tous les cas il doit y en avoir au moins une, le poids moléculaire de la fuchsine étant 337,5, on a pour le poids maximum d'un atome d'hydrogène 0,000,000,000,059.

Avec la cyanine, on arrive à un poids encore plus petit, mais très-rapproché 0,000,000,000,054. On peut donc affirmer que l'atome d'hydrogène ne pèse pas plus de 0,00000000005 gr. et ce chiffre est probablement encore beaucoup trop fort.

E. A.

---

que la terre prend approximativement la forme due à la pesanteur et à la force centrifuge, en raison de sa fluidité interne et de la flexibilité de son enveloppe. Mais hélas! en ce qui concerne cette « idée attrayante » qu'un intérieur en fusion existe dans le globe terrestre sous une couche superficielle mince; sa surface étant agitée par de vastes marées et refluant librement vers toute issue qui peut lui être ouverte, comme Poulett Scrope la dépeignait, la croûte solide céderait aussi complétement à l'influence déformante du soleil et de la lune, qu'elle entraînerait avec elle les eaux de l'océan, et il n'y aurait pas de marée sensible montante et descendante, relativement au continent.

En résumé: l'hypothèse d'une croûte parfaitement rigide, contenant un liquide, viole les lois de la physique en présumant une matière rigide contre nature, et viole les lois de la mécanique céleste dans les circonstances des nutations solaire et lunaire; mais la théorie des marées ne s'y oppose pas. En revanche, la théorie des marées milite contre toute enveloppe assez flexible pour accomplir la nutation avec un liquide intérieur, ou aussi flexible que la croûte doit l'être, à moins d'être une matière d'une rigidité surnaturelle.

Mais encore, supposons la terre pour un moment être une croûte mince de roche ou de métal, reposant sur une matière liquide. Son équilibre serait instable! Et qu'en serait-il de ses soulèvements et abaissements ? Ils seraient parfaitement comparables à ceux d'un navire qui aurait été enfoncé : une portion de sa coque soulevée, l'autre abîmée, puis tout entière coulée. Je puis dire avec presque certitude que, quelles que soient les densités relatives de la roche, solide ou liquéfiée, ou près de la température de fusion, il est, je crois, parfaitement certain qu'une

roche froide solide est plus dense qu'une roche en fusion, et aucun degré de rigidité de la croûte ne pourrait l'empêcher de s'effondrer et de s'abîmer dans la lave liquide sous-jacente. Pareille chose peut s'être passée et s'est probablement passée pendant des milliers d'années après le début de la solidification ; des portions de surface de la matière en fusion perdant de la chaleur, se congelant, s'enfonçant ensuite, ou acquérant une épaisseur de quelques mètres lorsque la surface aurait été assez froide et assez dense pour sombrer tout à la fois. Ce procédé doit se perpétuer jusqu'à ce que les portions englouties de la croûte forment au fond un squelette, ou une charpente assez résistante, pour permettre à de nouvelles solidifications de subsister et de former des ponts entre les surfaces amoindries de lave.

Dans la masse chambrée, solide et liquide ainsi formée il doit y avoir une tendance perpétuelle pour le liquide, par suite de sa pesanteur spécifique moindre, à se frayer son chemin vers le haut ; soit en faisant choir des fragments du ciel de cavités ou de tunnels internes, et occasionnant des tremblements de terre, soit en rompant tout à fait l'écorce très mince qui l'enveloppe et occasionnant des éruptions de liquide se répandant sur la surface de la terre, ou faisant communiquer des cavités souterraines ; ou encore par des tassements graduels de la matière solide dus à l'action thermodynamique que certaines portions doivent subir sous des poids intenses, suivant la théorie de mon frère. Les résultats dus à cette action paraissent devoir être assez considérables et assez variés pour rendre compte de tout ce que la géologie nous enseigne sur les tremblements de terre, sur les soulève-

ments et abaissements de roches solides, et sur les éruptions de matières liquides.

Abandonnant maintenant l'hypothèse d'une enveloppe creuse remplie de liquide, nous devons encore aborder la question suivante : dans quelle mesure la terre supposée entièrement solide, sauf quelques cavités ou interstices remplis de liquide, est-elle déformée par les influences du soleil et de la lune ? L'observation seule peut donner les moyens d'y répondre. Par exemple au moyen d'un niveau à bulle d'air excessivement délicat, ou d'un fil à plomb assez élevé pour être à l'abri de l'action attractive du flux et du reflux. Il faudrait observer par le moyen d'un niveau les changements de direction de la gravitation apparente, par rapport à un objet rigidement fixé à la terre, et comparer ces changements avec ce qu'ils seraient si la terre était parfaitement rigide en vertu de la masse et de la distance du soleil et de la lune. La divergence, s'il y en a une, montrerait la déformation de la terre, et fournirait des données pour déterminer les dimensions du sphéroïde elliptique que prendrait une masse globulaire immobile, de même grandeur et de même élasticité que la terre, sous l'influence de la force centrifuge résultant du mouvement rotatoire, ou de celle de la lune et du soleil. L'effet de l'action lunaire sur le fil à plomb est de le faire fléchir du côté du point de l'horizon le plus rapproché de la lune, suivant que celle-ci est au-dessus ou au-dessous de l'horizon. Cet effet est nul lorsque la lune est sur l'horizon ou au zénith et il est maximum lorsqu'elle est à 45° au-dessus ou au-dessous de ce plan. Lorsque cette valeur maxima est atteinte, le fil à plomb est dévié de sa position moyenne d'un espace égal à $^1/_{12000000}$ de la longueur du fil. Aucun niveau connu ne

pourrait donner les moyens d'apprécier un écart de cette dimension : pour l'observer on devrait pouvoir estimer des angles d'environ $^1/_{600}$ de seconde. Le niveau multiplicateur hydrostatique de Siemens fournirait probablement les moyens de le faire. Un tuyau d'eau de grande longueur, de 12 kilom. par exemple, submergé, ouvert à ses deux bouts, recourbés et ouverts, pourrait également en donner les moyens.

Supposons le tube situé dans la direction Nord-Sud, et ses deux extrémités s'ouvrant dans deux petits puits, dont l'un, le méridional par exemple, d'un demi-décimètre de diamètre (pour échapper à l'influence troublante de la capillarité); et l'autre de 2 ou 3 décimètres de diamètre, de manière à jeter la presque totalité de l'oscillation dans le plus petit des deux puits. Pour simplifier, supposons le temps de l'observation coïncidant avec celui où la déclinaison de la lune est nulle. L'eau dans le puits le plus étroit, méridional, montera à sa position la plus haute, pendant que la lune atteindra son maximum de hauteur et redescendra jusqu'à ce qu'elle s'incline à l'horizon à son coucher; la même oscillation se produira entre le coucher de la lune et son lever. Si la terre était parfaitement rigide, et si le lieu d'observation est à la latitude de 45°, l'élévation et la chute de l'eau comportera environ un demi-millimètre au-dessus et au-dessous de son niveau moyen; un peu moins d'un demi-millimètre si le lieu est 10° au Nord ou au Sud de la latitude de 45°. Si l'air ambiant était absolument au repos pendant les observations, de manière à n'occasionner aucune variation de pression sur les deux surfaces de l'eau, jusqu'à la valeur de $^1/_{100}$ de millimètre d'eau, ou de $^1/_{1400}$ de mercure, l'observation serait praticable, car il serait possible d'observer la hau-

teur de l'eau dans le puits à $^1/_{100}$ de millimètre près. Mais on ne peut jamais compter sur un calme atmosphérique aussi complet, et en temps ordinaire on peut présumer que les différences de pression barométrique dépasseront de beaucoup l'effet de la marée lunaire. Si cependant les deux puits, au lieu d'être ouverts à l'air extérieur étaient reliés par un tuyau étanche, sans eau dans son intérieur, il est probable que l'observation serait possible. Le niveau de Siemens ou quelque autre appareil de dimension réduite serait néanmoins préférable à toute méthode d'investigation tentée au moyen de longs tuyaux souterrains. Je n'ai attiré votre attention sur un procédé idéal de ce genre que pour arriver au phénomène naturel des marées.

Dans un canal ou un lac de 12 kilom. de longueur, les marées auraient précisément l'étendue que nous avons évaluée pour les puits reliés par un conduit souterrain; mais l'effet du vent et des variations atmosphériques y serait immensément plus troublant. Un canal ou un lac de 240 kilom. de longueur, dans une direction convenable et dans une localité propice ne donnerait que 10 millimètres d'oscillation à chaque extrémité, et cet effet serait probablement effacé par de plus grandes perturbations dues aux vents ou aux différences de pression; mais aucune surface liquide autre que l'*ingens æquor*, l'océan, ne se trouvera aussi apte à fournir la mesure absolue de l'effet produit sur la gravitation terrestre par l'action de la lune et du soleil.

Les observations des marées diurnes et semi-diurnes de l'océan ne suffisent cependant pas pour y réussir, parce que leurs valeurs diffèrent énormément des valeurs d'équilibre, par le fait de la brièveté de leur période en

comparaison des périodes de l'un quelconque des divers modes de vibration de l'océan dans son ensemble. D'autre part les marées, dépendant de la variation semi-mensuelle en déclinaison de la lune, de sa variation elliptique, et des variations elliptiques annuelle et semi-annuelle du soleil, ont des périodes assez longues pour que leurs valeurs se rapprochent très-sensiblement des valeurs d'équilibre.

Mais il y a des changements annuels et semi-annuels considérables dans le niveau de la mer, variant probablement avec les vents, la pression atmosphérique et la température de l'eau, dépendant des chutes de pluie, de la fonte des neiges et de l'évaporation, qui à leur tour annulent les petites marées annuelles et semi-annuelles dues à l'attraction solaire. Heureusement cependant pour notre investigation, il n'y a pas de cause météorologique ou autre, produisant des changements de niveau périodiques de la mer en rapport avec les périodes mensuelles et semi-mensuelles de la période elliptique lunaire; et les marées lunaires soigneusement étudiées pourront fournir une réponse à cette question intéressante : Dans quelle mesure la terre, comme sphéroïde élastique, fléchit-elle sous l'influence du soleil ou de la lune? Jusqu'ici le comité de l'Association Britannique chargé de la réduction des observations de marées n'a réussi à obtenir aucun renseignement certain d'aucune de ces marées. Le repère choisi à Liverpool pour faire ces observations ne peut pas servir dans ce but; divers accidents ont empêché d'atteindre aucun résultat. D'autres investigations pourront être plus fructueuses. L'absence de toute indication d'une marée de 18,6 années, ne peut guère être expliquée sans admettre un degré notable de flexion.

Deux autres questions d'un haut intérêt scientifique sont liées à celle de la rigidité du globe terrestre : Jusqu'à quel point la terre conserve-t-elle régulièrement son mouvement rotatoire ? et qu'en est-il de la permanence de son axe de rotation ?

Peters et Maxwell, il y a environ 35 et 25 ans, ont chacun séparément traité la question : De combien l'axe de rotation de la terre diffère-t-il d'un axe principal d'inertie ? et ils ont indiqué que, pour y répondre, on devait chercher si l'on trouvait une variation de la latitude d'un lieu quelconque de la surface dans une période de 306 jours. Un modèle préparé *ad hoc* montre la route de l'axe instantané relativement à la terre, formant un cône à peu de chose près circulaire, dont l'axe est l'axe principal d'inertie, et relativement à l'espace, formant un cône autour d'un axe fixe. Peters a donné une étude soignée d'observations faites à Pulkowa dans les années 1841-42, qui paraissent indiquer à cette époque une déviation de l'axe principal d'environ $^3/_{40}$ de seconde de l'axe de rotation. Maxwell a déduit, d'observations faites à Greenwich entre 1851 et 1854, des traces de déviation très-légères, moins de $^1/_2$ seconde, mais différant de phase de celle qu'aurait produite la déviation indiquée par Peters à l'époque ultérieure des travaux de Maxwell. Le professeur Newcomb, à ma demande, a repris le sujet et a entrepris l'analyse d'une série d'observations faites à l'Observatoire naval des États-Unis à Washington. J'ai reçu de lui, dès lors, une lettre me renvoyant à un mémoire du Dr Nysen, de l'Observatoire de Pulkowa, qui arrive aussi à une conclusion négative, quant à la constance de la valeur ou de la direction de la déviation cherchée, en se

servant de plusieurs séries d'observations faites à Pulkowa entre les années 1842 et 1872. Voici ses conclusions :

« La recherche complète de la période de 10 mois pour la latitude, au moyen d'observations faites au premier vertical de Washington de 1862 à 1867, accuse un coefficient trop faible pour être mesuré avec certitude. Les déclinaisons prises avec cet instrument sont soumises à une période annuelle qui oblige de discuter à part celles de chaque mois. Comme les séries s'étendent sur un laps complet de cinq ans, chaque mois tombe sur cinq points presque équidistants de la période. Si x et y représentent les coordonnées de l'axe instantané de rotation le 30 juin 1864, les observations des mois séparés donnent les valeurs suivantes pour x et y :

	x ″	Poids	y ″
Janvier	— 0,35	10	+ 0,32
Février	— 0,03	14	+ 0,09
Mars	+ 0,17	10	+ 0,16
Avril	+ 0,44	5	+ 0,05
Mai	+ 0,08	16	+ 0,02
Juin	— 0,01	14	— 0,01
Juillet	— 0,05	14	— 0,00
Août	— 0,24	14	+ 0,29
Septembre	+ 0,18	14	+ 0,21
Octobre	+ 0,13	14	— 0,01
Novembre	+ 0,08	17	— 0,20
Décembre	— 0,08	16	— 0,08
Moyenne	0″,01 ± 0″,03		+ 0″,05 ± 0,03

Si l'on accepte ces résultats comme réels, ils indiqueraient un rayon de rotation de l'axe instantané s'élevant, à la surface de la terre, à 5 pieds, et une longitude pour le point où cet axe perce la surface de la terre près du Pôle Nord, au 11 juillet 1864, de 180° à l'Est de Was-

hington, ou de 103° à l'Est de Greenwich. L'excès du coefficient sur son erreur probable est trop infime pour que ce résultat puisse être accepté comme autre chose que comme conséquence d'erreurs d'observations. »

Nous ne devons cependant pas conclure du caractère de ces résultats que les déviations indiquées par Peters, Maxwell et Newcomb ne sont pas réelles. Au contraire, toute valeur tombant en dedans des limites de l'erreur probable d'observation doit être regardée comme réelle. Il y a en fait une *vera causa* dans les changements temporaires du niveau de la mer dus à des faits météorologiques, surtout des vents, et aux fontes de glace dans les régions polaires et aux évaporations qui en résultent, et cette cause paraît amplement suffisante pour expliquer des déviations irrégulières de $^1/_2{}''$ à $^1/_{20}{}''$ de l'axe instantané de la terre de l'axe de maximum d'inertie, ou, comme je devrais plutôt m'exprimer, de l'axe d'inertie maxima d'avec l'axe instantané.

Quant aux soulèvements et aux enfoncements géologiques lorsqu'ils sont très-étendus, ils doivent produire sur la période et sur l'axe de rotation de la terre des effets comparables à ceux des changements de niveau des mers, de même valeur dans le sens vertical. Supposant, pour simplifier la terre d'égale densité partout, je trouve qu'un soulèvement général de sa surface dans la latitude Nord et la longitude Est, dans la latitude Sud et la longitude Ouest, avec dépression concomitante égale des deux autres quarts de surface, s'élevant au plus à 10 centimètres, et progressant régulièrement des points de soulèvement maximum aux points de dépression maximum, dans le milieu des quatre régions, dévierait l'axe du mouvement maximum d'inertie de 1″ du côté du Nord vers

le méridien de 90° de longitude Ouest, et du côté du Sud vers le méridien de 90° de longitude Est. Si un déplacement de ce genre venait à se produire subitement, l'axe instantané de la terre subirait une déviation soudaine de $^1/_{300}''$, que nous pouvons négliger, et il commencerait à tourner par rapport à la terre dans une période de 306 jours autour du nouvel axe du mouvement maximum d'inertie. La mer serait mise en vibration, un océan s'élevant l'autre s'abaissant, de quelques centimètres, comme de l'eau balançant dans une baignoire. La période de ces vibrations serait de 12 à 24 heures ou au plus d'un jour ou deux. Leur apaisement serait probablement si prompt qu'au bout de peu de mois elles seraient insensibles. Alors une période régulière de marée de 306 jours, de 11 centimètres d'amplitude, serait observée, diminuant de siècle en siècle, vu que par l'emploi de l'énergie produite par cette marée, l'axe instantané de la terre est graduellement amené en coïncidence avec le nouvel axe du mouvement maximum d'inertie. Si nous multiplions ces chiffres par 3600, nous trouvons ce que serait le résultat d'un soulèvement pareil de la terre de 360 mètres au-dessus du niveau existant. Il n'est pas impossible que dans les âges très-anciens de l'histoire géologique, une action de ce genre ait eu lieu, entraînant une marée de 400 mètres qui aurait produit pendant beaucoup d'années une succession de déluges de 306 jours. Mais il paraît plus probable que même dans les plus anciennes époques géologiques les grands changements de la terre, tels que le soulèvement des continents et les enfoncements des lits de l'océan, du niveau général de leur origine supposée en fusion, se sont produits graduellement par la fusion thermo-dynamique de solides et l'ex-

pulsion de lave liquide dont j'ai déjà parlé. Une légère déformation de la terre ne produirait jamais un grand écartement durable entre l'axe instantané et l'axe du moment maximum d'inertie. Considérant donc les grands accidents des Himalayas, des Andes, de l'Afrique et des profondeurs de l'Atlantique, de l'Amérique et des profondeurs du Pacifique, et considérant en outre l'ellipticité de la section équatoriale du niveau des mers, estimée par le capitaine Clarke valoir environ $^1/_{10}$ de l'ellipticité moyenne des coupes du niveau des mers suivant un méridien, nous n'avons pas besoin de recourir à l'explication fantastique du coup de la queue d'une comète pour expliquer un changement dans l'axe de la terre. Nous n'avons pas besoin d'une convulsion violente produisant une déformation soudaine sur une grande échelle, avec changement de l'axe du moment maximum d'inertie, suivi de gigantesques déluges; et nous pouvons non-seulement admettre, mais affirmer comme éminemment probable, que l'axe du mouvement maximum d'inertie et l'axe de rotation toujours très-près l'un de l'autre, ont pu dans les anciens temps avoir une position géographique très différente de l'actuelle, et peuvent être déplacés de 10, 20, 30, 40 degrés ou plus, sans trouble soudain apparent des terres et des mers.

Enfin, en ce qui concerne les variations dans la période de rotation de la terre, on sait comment Adams en 1853 a découvert les corrections à appliquer au calcul théorique dont Laplace accompagna sa brillante découverte de l'explication dynamique de l'accélération apparente du moyen mouvement de la lune indiqué par d'anciennes observations d'éclipses, et comment il a trouvé que lorsque sa correction était appliquée, la théorie

analytique du mouvement de la lune rendait compte seulement d'environ la moitié de l'accélération apparente observée. Delaunay avait vérifié en 1866 les calculs d'Adams et suggéré que la cause pourrait être un ralentissement dans la rotation de la terre, occasionné par un frottement de marées. La conclusion est que depuis le 19 mars 721 av. J.-C., jour où une éclipse fut observée à Babylone « commençant une heure après que la lune fût entièrement levée, » la terre aurait perdu un peu plus que $^{1}/_{3000000}$ de sa vitesse rotative, et qu'elle tourne aujourd'hui $11\,^{1}/_{2}$ secondes plus lentement par année qu'alors. Suivant le taux de ce retard supposé uniforme, la terre, à la fin d'un siècle, serait en arrière de 22 secondes sur un chronomètre parfait, arrangé pour cheminer avec elle au commencement du siècle. Les études de Newcomb sur la théorie de la lune ont tendu à confirmer ce résultat, mais elles ont aussi manifesté des irrégularités apparentes remarquables dans le mouvement de la lune, qui si elles sont réelles, ne peuvent s'expliquer sans recourir à l'influence de quelque corps invisible, passant assez près de la lune pour influencer son moyen mouvement. Newcomb considère cette hypothèse comme moins probable que celle qui envisage ces inégalités comme n'étant pas réelles et dues aux irrégularités du mouvement rotatoire de la terre. S'il en est ainsi, il paraîtrait que la terre depuis 1850 jusqu'en 1862 a retardé de 7 secondes, et que dès lors elle a cheminé plus rapidement, de manière à avancer de 8 secondes entre 1862 et 1872. Une irrégularité de cette valeur exigerait des changements dans le niveau des mers un peu plus considérables que ceux qui ont été constatés par les observations du comité de l'Association Britannique,

mais pas dans une grande proportion. La supposition d'un fluide intérieur, suggérée par Newcomb, et le flux d'une grande masse de ce fluide des régions équatoriales vers une position plus voisine de l'axe, n'est pas admissible comme explication de l'accroissement de vitesse rotatoire qui paraît avoir commencé vers 1862; mais heureusement elle n'est pas nécessaire. Un tassement de 14 centimètres dans les régions équatoriales avec un relèvement de 28 centimètres aux pôles, trop minime pour qu'on puisse le constater astronomiquement et qui n'entraînerait aucun changement de niveau des mers contraire aux observations des marées, suffirait pour l'expliquer. De pareils tassements doivent se produire de temps à autre, et un exemple de cette intensité pourrait résulter de la diminution de la force centrifuge dans la vitesse rotatoire de la terre pendant 150 ou 200 siècles.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

Prof. B. Tschermak. Formation des météorites.—(*Sitzungsber. d. K. Akademie der Wissenschaften*, LXXI, 661, traduit dans le *Philosophical Magazine*, n° 1, suppl., juin 1876.)

Les pierres tombées du ciel ont toujours excité l'étonnement des populations, mais elles n'intéressent pas moins les savants, car elles leur permettent de jeter un coup d'œil sur les propriétés et la composition de la matière qui forme des mondes autres que le nôtre. Howard, Klaproth, Vauquelin ont montré les premiers que l'on trouvait dans les météorites les mêmes substances que dans le globe terrestre, et les recherches si curieuses, dues à l'invention du spectroscope, ont grandement étendu nos connaissances sur la matière qui compose les mondes même les plus éloignés de nous.

Un des faits les plus curieux et sur lequel on n'a pas assez insisté, c'est celui de la forme extérieure des météorites. Elles n'ont point une forme ronde comme les autres masses qui gravitent dans le ciel, mais au contraire, présentent des angles plus ou moins vifs. C'est là un caractère constant, et si les angles sont quelquefois arrondis, cela tient à la rapidité du passage à travers notre atmosphère, mais la forme primitive était celle d'un corps à angles vifs. — Un second caractère des météorites c'est leur petitesse relative : la plus grande connue est la masse de fer de Crambourne conservée au British Museum et dont le poids est de 3700 kilog.; ce sont donc des corps infiniment petits même si on les compare aux plus minimes des petites planètes. — Un troisième caractère enfin c'est la structure cristalline que présentent la plupart d'entre elles, structure qui semble indiquer qu'elles ont appartenu à des masses dont la température n'a pas varié depuis longtemps. Dans de telles masses, en effet, la cristallisation a pu se faire tranquillement, mais ces masses devaient être considérables.

Si l'on a égard à ces divers caractères on est forcé d'en conclure que les météorites proviennent de la rupture de masses cosmiques beaucoup plus considérables; mais comment et sous quelle inflence se fait cette rupture? On a proposé comme explication, la rencontre et le choc de deux corps célestes; Olbers et après lui d'Arrest et C. von Littrow ont montré la possibilité de pareils chocs. — Observons cependant que ces chocs devraient donner naissance aussi bien à de grosses météorites qu'à de petites, or nous avons constaté qu'un des caractères de ces dernières est leur petitesse relative. Il devrait également dans un pareil choc se produire une température élevée qui ne s'accorde point avec la constitution des aérolithes. Il faut donc admettre que les masses qui ont fourni les météorites ont pris en elles-mêmes la force de projection de leurs fragments, en d'autres termes, que les aérolithes sont le produit d'explosions. Au premier abord, l'hypothèse d'une pareille explosion choque les idées reçues sur le développement graduel des masses cosmiques. Il existe cependant beaucoup d'exemples constatés de mouvements analogues. Tels sont ceux observés dans l'atmosphère du soleil par Zöllner Young, Respighi et d'autres savants; tels sont ceux aussi qui doivent se produire dans le phénomène de la variation subite d'éclat de certaines étoiles, phénomène regardé par Mayer comme provenant du choc de deux corps célestes. — En admettant ainsi que les aérolithes proviennent d'une explosion, nous ne répondons cependant pas à l'objection tirée du fait de la petitesse des fragments; il faut supposer en outre que la désagrégation a été graduelle et ne s'est pas produite en une seule fois.

Une question qui vient se poser immédiatement à l'esprit est celle-ci: D'où proviennent ces fragments? Il est peu probable que ce soit de la lune comme l'ont prétendu certains auteurs, mais plutôt de masses stellaires qui à un moment donné de leur existence ont passé par une époque d'activité volcanique très-considérable; peut-être pourrait-on soup-

sonner les comètes, mais l'auteur se déclare incompétent pour résoudre le problème.

La force qui a projeté ainsi des fragments dans l'espace peut avoir été simplement explosive ou en même temps éruptive. Dans le premier cas les fragments de l'écorce du corps soumis à l'explosion auraient été jetés tels quels dans l'espace, dans le second ils auraient été accompagnés des produits de l'éruption. Pour savoir à quel genre de force les météorites ont eu à faire il faut examiner leur constitution de plus près.

Nous avons déjà remarqué que la substance de beaucoup de météorites paraît avoir subi une cristallisation lente, tandis que chez d'autres on remarque des fragments qui n'ont pu être produits que par une force brisante. La plupart sont formés de petites lames ou d'écailles ainsi que de granules arrondis. Ces sphérules présentent les caractères suivants :

1° Ils sont enfermés dans une matrice formée de petites écailles.

2° Ils sont toujours plus grands que les particules de la matrice.

3° Ils ne sont jamais contigus les uns aux autres.

4° Ils sont tout à fait sphériques ou tout au moins d'une forme arrondie.

5° La matière qui les compose est la même que celle de la matrice.

6° Leur structure interne ne correspond point à leur forme extérieure arrondie; elle est ou cristalline ou fibreuse.

Ces caractères montrent que la forme sphérique provient, non d'un travail de cristallisation comme dans les concrétions arrondies d'aragonite ou de calcite, mais bien d'une force volcanique. — Ils ressemblent, en effet, beaucoup aux sphérules d'olivine de Kapfenstein et de Feldbach en Styrie. On sait que ces derniers sont le résultat d'une sorte de trituration prolongée dans un centre d'agitation volcanique. La grandeur des sphérules est très-variable et va depuis l'infiniment petit qui exige le pouvoir amplifiant du microscope,

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE SEPTEMBRE 1876.

Le 1er, fort vent du SO., le soir, couronne lunaire.
2, forte rosée le matin ; le soir, couronne lunaire.
3 et 4, forte rosée le matin.
5, forte rosée le matin ; hâle dans la journée ; toute la soirée éclairs au NO.
6, faible rosée le matin ; fort vent du SSO. depuis midi ; à 8 h. du soir, éclairs au Nord.
7, fort vent du SSO.
8, fort vent du SO. jusqu'à midi ; à 3 h. la pluie est mêlée de quelques grêlons ; il a neigé sur le Jura.
11, forte rosée le matin.
12, la neige tombée sur le Jura le 8 a disparu.
16, forte rosée le matin.
19, id.
20, id.
21, id.
22, id. hâle dans la journée.
23, id. faible brouillard à 10 h. du soir.
25, à 7 $^3/_4$, halo lunaire.
27, forte rosée le matin.
28, fort orage de 4 $^3/_4$ h. à 6 h. du soir. La foudre est tombée sur une maison du Quai de la poste, elle a frappé également d'autres points aux environs de la ville ; toute la soirée, éclairs tout le tour de l'horizon.
29, le soir, à 10 h., couronne lunaire.
30, de 4 $^1/_4$ h. à 5 $^3/_4$ du soir, éclairs et tonnerres ; le soir, de 8 à 10 h., couronne lunaire.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.

	mm
Le 4 à 8 h. matin	730,53
10 à 8 h. soir	726,98
20 à 8 h. matin	735,31
23 à 10 h. soir	730,17
25 à 8 h. matin	730,83
29 à 10 h. matin	723,67

MINIMUM.

	mm
Le 7 à 8 h. soir	722,79
14 à 6 h. matin	719,33
22 à 4 h. après midi......	727,05
24 à 6 h. soir	728,18
28 à 4 h. après midi	720,21
30 à 2 h. après midi......	718,32

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minim.	Fract. de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0	0	cm
1	725,31	— 2,45	+13,59	— 3,00	+11,4	+18,6	7,28	—3,05	657	— 84	440	780	0,2	...	SO. 2	0,51	8,8	— 9,5	222,9
2	725,63	— 2,11	+13,34	— 3,14	+ 7,1	+19,0	8,12	—2,17	729	— 15	520	960	...	...	SO. 1	0,49	8,6	— 9,6	220,0
3	728,30	+ 0,58	+14,11	— 2,26	+ 6,9	+21,3	8,62	—1,63	730	— 17	500	980	...	...	SO. 1	0,47	..	.....	218,0
4	729,47	+ 1,77	+14,36	— 1,89	+ 7,4	+21,1	9,92	—0,29	807	+ 58	570	970	...	...	N. 1	0,13	14,8	— 3,3	216,3
5	728,40	+ 0,72	+19,57	+ 3,44	+10,8	+26,5	11,45	+1,28	671	— 81	470	880	...	...	S. 2	0,37	16,7	— 1,3	212,5
6	727,44	— 0,21	+21,10	+ 5,08	+16,6	+25,9	11,92	+1,79	657	— 97	500	830	...	...	SSO. 3	0,59	16,7	— 1,3	210,0
7	725,78	— 1,85	+18,73	+ 2,84	+13,2	+21,6	9,69	—0,39	630	—127	470	770	1,4	2	SSO. 2	0,80	13,8	— 4,1	204,9
8	723,80	— 3,80	+11,14	— 4,63	+ 8,8	+15,7	6,96	—3,08	742	— 17	510	860	4,9	3	SO. 3	0,79	8,7	— 9,1	197,9
9	725,65	— 1,93	+10,31	— 5,33	+ 8,8	+14,6	7,29	—2,71	800	+ 38	620	860	7,3	8	SO. 2	0,86	7,9	— 9,9	202,3
10	726,33	— 1,22	+10,29	— 5,23	+ 8,0	+15,1	7,08	—2,87	787	+ 23	530	900	5,8	6	S. 1	0,63	..	.....	200,0
11	725,38	— 2,14	+11,46	— 3,93	+ 5,6	+16,7	7,18	—2,72	728	— 39	510	920	...	...	SSO. 1	0,70	12,2	— 5,4	197,8
12	723,57	— 3,92	+10,13	— 5,12	+ 7,0	+16,5	7,52	—2,33	835	+ 66	550	940	7,0	4	variable	0,71	12,0	— 5,5	195,7
13	722,24	— 5,22	+10,61	— 4,51	+ 6,6	+15,6	6,65	—3,15	729	— 43	480	990	...	...	NNE. 1	0,60	13,5	— 4,0	193,2
14	720,61	— 6,82	+ 8,13	— 6,85	+ 7,8	+10,6	7,56	—2,19	960	+186	860	970	8,8	13	NE. 1	1,00	13,7	— 3,7	191,0
15	722,69	— 4,71	+10,02	— 4,83	+ 7,5	+14,3	7,52	—2,18	842	+ 66	620	980	...	...	variable	0,48	15,4	— 1,9	189,6
16	723,96	— 3,41	+ 9,99	— 4,72	+ 4,0	+15,7	7,77	—1,88	848	+ 69	680	980	1,4	2	OSO. 1	0,97	15,5	— 1,7	186,6
17	726,85	— 0,49	+14,14	— 0,42	+11,0	+18,8	9,86	+0,27	838	+ 57	590	1000	17,2	7	SO. 1	0,86	..	.....	184,0
18	730,06	+ 2,75	+16,10	+ 1,68	+12,4	+20,8	11,12	+1,59	821	+ 38	630	960	0,1	...	OSO. 1	0,59	14,7	— 2,3	185,4
19	733,11	+ 5,84	+13,85	— 0,43	+ 8,4	+19,1	8,87	—0,61	767	— 18	520	990	...	...	NNE. 1	0,06	14,3	— 2,6	182,1
20	734,95	+ 7,71	+13,56	— 0,57	+ 7,3	+18,6	9,11	—0,31	795	+ 8	490	990	...	...	N. 1	0,20	15,1	— 1,7	181,0
21	732,19	+ 4,98	+13,13	— 0,85	+ 7,8	+19,6	8,74	—0,62	790	0	550	960	...	...	N. 1	0,04	15,8	— 0,9	179,3
22	728,46	+ 1,28	+12,70	— 1,13	+ 6,2	+19,0	9,09	—0,21	828	+ 36	590	980	...	...	N. 1	0,00	16,1	— 0,5	177,1
23	729,46	+ 2,32	+14,19	+ 0,51	+ 7,4	+21,0	10,81	+1,57	877	+ 83	660	980	0,7	2	SSO. 1	0,59	15,9	— 0,6	173,0
24	729,07	+ 1,96	+16,48	+ 2,96	+12,3	+21,9	12,18	+3,00	870	+ 75	680	950	5,9	5	SSO. 1	0,89	..	.....	173,3
25	730,51	+ 3,44	+15,39	+ 2,02	+11,6	+20,0	8,44	—0,67	681	—116	480	880	13,8	3	SO. 1	0,41	15,7	— 0,6	169,5
26	728,71	+ 1,67	+12,98	— 0,23	+10,0	+16,9	10,31	+1,26	923	+124	770	950	1,9	4	variable	0,94	15,4	— 0,8	169,7
27	725,15	— 1,85	+17,26	+ 4,21	+10,3	+23,2	11,27	+2,29	765	— 36	540	1000	0,1	...	SO. 1	0,58	15,6	— 0,5	166,6
28	721,64	— 5,33	+17,29	+ 4,40	+14,0	+20,9	11,69	+2,77	817	+ 14	680	900	13,8	1	SSO. 2	0,99	14,7	— 1,3	164,0
29	723,07	— 3,86	+16,22	+ 3,49	+13,6	+20,5	9,24	+0,39	708	— 96	490	900	...	...	SSO. 2	0,66	13,4	— 2,5	169,9
30	720,20	— 6,70	+12,91	+ 0,34	+ 9,8	+18,4	9,36	+0,58	858	+ 52	610	970	16,6	5	variable	0,68	14,7	— 1,1	170,1

MOYENNES DU MOIS DE SEPTEMBRE 1876.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	726,48	726,74	726,86	726,69	726,37	726,14	726,27	726,66	726,91
2e »	726,20	726,46	726,55	726,25	725,97	725,99	726,26	726,79	727,05
3e »	727,42	727,40	727,19	726,73	726,20	725,94	726,32	726,84	726,97
Mois	726,70	726,87	726,87	726,56	726,18	726,02	726,28	726,76	726,98
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+11,09	+13,97	+16,65	+18,14	+18,47	+18,17	+16,71	+15,02	+13 47
2e »	+ 8,86	+11,06	+13,69	+15,32	+15,27	+15,01	+13,38	+12,15	+11,12
3e »	+11,17	+13,89	+16,78	+18,66	+18,92	+18 59	+16,38	+14,81	+14,14
Mois	10,37+	+12,97	+15,71	+17,37	+17,55	+17,26	+15,49	+13,99	+12,91
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	8,29	9,00	9,00	8,86	9,28	9,25	9,03	9,30	9,20
2e »	8,18	8,61	8,64	8,34	8,11	8,28	8,74	8,95	8,73
3e »	8,90	9,87	10,12	10,40	10,54	10,63	10,78	10,99	10,50
Mois	8,46	9,16	9,25	9,20	9,31	9,38	9,52	9,75	9,48
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	838	750	634	560	591	589	636	724	800
2e »	952	873	736	640	632	660	763	843	882
3e »	898	834	710	650	655	667	777	874	874
Mois	896	819	693	617	626	639	725	814	852

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+ 9,90	+19,94	0,56	+12,00	19,6	210,5
2e »	+ 7,76	+16,67	0,62	+14,04	34,5	188,6
3e »	+10,30	+20,14	0,58	+15,26	52,8	171,3
Mois	+ 9,32	+18,92	0,59	+13,83	106,9	190,1

Dans ce mois, l'air a été calme 1,48 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,23 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 37°,6 O. et son intensité est égale à 63,73 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE SEPTEMBRE 1876.

Le 2, brouillard à 8 h. du soir; quelques flocons de neige pendant une heure, en quantité non mesurable.
3, brouillard à 8 h. du soir.
4, brouillard le soir.
5, brouillard le matin et le soir.
6, il est tombé, à deux reprises, quelques gouttes de pluie dans la matinée, la quantité n'est pas mesurable.
7, fort vent du SO. l'après-midi et le soir; la neige commence à tomber à 10 h. du soir.
8, neige tout le jour, par une forte bise, qui n'a permis d'en recueillir qu'une partie.
9, neige et brouillard presque tout le jour; la bise est encore forte le matin.
10, brouillard depuis 4 h. de l'après-midi.
11, brouillard de 4 à 6 h. après-midi.
12, brouillard le matin et le soir.
13, neige depuis 8 h. du soir.
14, neige et brouillard tout le jour; forte bise depuis 2 h. après midi.
15, neige et forte bise dans la matinée; brouillard tout le jour.
16, neige le soir.
17, pluie le soir.
18. pluie et brouillard jusqu'à 6 h. du soir.
19, brouillard à plusieurs reprises; assez forte bise.
20, assez forte bise presque tout le jour.
24, pluie depuis 6 h. du soir et pendant la nuit; la pluie tombée dans la nuit a été marquée pour le 25.
25, brouillard presque tout le jour.
26, pluie et brouillard une grande partie de la journée, par une forte bise.
28, pluie presque tout le jour, fort vent du SO.; de 2 à 6 h. du soir, fréquents coups de tonnerre.
29, la pluie marquée pour le 29 est tombée dans la nuit du 28 au 29.
30, brouillard tout le jour et vent très-fort du SO. jusqu'à 7 h. du soir; de 6 à 7 h. du soir, orage accompagné de fréquents éclairs et coups de tonnerre; à 7 h. le vent change brusquement de direction et saute du SO. au NE., soufflant avec force de cette direction, en même temps que la neige commence à tomber. Le baromètre est remonté le soir de 3^{mm} en trois heures.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 6 à 8 h. matin	571,50	Le 8 à 2 h. après midi	559,99
10 à 10 h. soir	564,40	14 à 6 h. matin	556,64
20 à 6 h. soir	573,13	22 à 6 h. soir	568,95
23 à 10 h. soir	570,78	30 à 6 h. soir	561,92
30 à 10 h. soir	564,94		

SAINT-BERNARD. — SEPTEMBRE 1876.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim			
1	563,24	— 4,91	561,73	564,73	— 0,95	— 6,03	— 2,8	+ 2,0	.....	.....	....	NE. 1	0,20
2	564,65	— 3,45	564,03	565,97	+ 2,13	— 2,86	— 0,7	+ 6,3	.....	.....	....	variable	0,61
3	567,17	— 0,87	566,08	568,52	+ 2,48	— 2,42	— 0,2	+ 4,8	.....	.....	....	NE. 1	0,30
4	570,02	+ 2,04	569,04	570,71	+ 5,71	+ 0,90	+ 3,9	+ 9,0	.....	.....	....	SO. 1	0,37
5	570,92	+ 3,00	570,15	571,44	+ 7,52	+ 2,80	+ 4,3	+12,3	.....	.....	....	SO. 1	0,57
6	570,50	+ 2,64	570,13	571,50	+ 9,49	+ 4,87	+ 6,3	+12,3	.....	.....	....	SO. 1	0,57
7	566,42	— 1,37	563,44	569,42	+ 7,10	+ 2,58	+ 3,3	+10,1	.....	.....	3	SO. 2	0,70
8	560,49	— 7,23	559,99	561,23	— 3,70	— 8,12	— 4,4	+ 1,0	180	14,2	24	NE. 2	1,00
9	562,02	— 5,63	561,10	562,93	— 2,19	— 6,51	— 3,9	+ 1,2	.....	6,8	8	NE. 1	0,94
10	563,14	— 4,44	562,28	564,40	— 2,40	— 6,61	— 4,8	+ 1,0	.....	.....	....	NE. 1	0,56
11	563,02	— 4,49	562,93	563,31	— 0,25	— 4,35	— 3,0	+ 3,3	.....	.....	....	SO. 1	0,60
12	560,98	— 6,46	560,26	562,09	— 2,75	— 6,74	— 3,7	— 0,1	.....	.....	....	NE. 2	0,80
13	559,94	— 7,43	559,77	560,31	— 1,41	— 5,29	— 4,5	+ 1,2	50	3,0	6	SO. 1	0,69
14	557,40	— 9,90	556,64	558,94	— 4,12	— 7,88	— 5,4	— 1,2	160	12,6	14	NE. 2	1,00
15	560,03	— 7,19	558,98	561,33	— 3,24	— 6,88	— 4,4	— 1,4	30	6,0	6	NE. 2	1,00
16	562,97	— 4,17	561,39	564,73	+ 0,66	— 2,86	— 3,5	+ 3,8	40	4,2	2	SO. 1	0,70
17	566,93	— 0,13	565,75	567,83	+ 4,44	+ 1,04	+ 1,2	+ 8,3	.....	8,4	6	SO. 1	0,52
18	569,43	+ 2,45	568,33	570,22	+ 3,79	+ 0,52	+ 2,1	+ 6,2	.....	6,4	5	NE. 1	0,74
19	570,90	+ 4,00	569,88	571,73	+ 2,75	— 0,40	+ 2,0	+ 4,9	.....	.....	....	NE. 2	0,37
20	572,77	+ 5,95	572,53	573,13	+ 3,80	+ 0,78	+ 2,5	+ 7,4	.....	.....	....	NE. 2	0,26
21	571,68	+ 4,94	571,13	572,61	+ 6,79	+ 3,90	+ 4,2	+ 9,7	.....	.....	....	NE. 1	0,12
22	569,10	+ 2,45	568,95	569,26	+ 7,13	+ 4,37	+ 5,2	+ 9,9	.....	.....	....	NE. 1	0,01
23	570,09	+ 3,53	569,26	570,78	+ 7,13	+ 4,50	+ 4,4	+10,0	.....	.....	....	NE. 1	0,56
24	570,07	+ 3,59	569,86	570,42	+ 7,06	+ 4,56	+ 5,2	+11,0	.....	6,8	6	SO. 1	0,71
25	568,55	+ 2,15	568,33	568,83	+ 2,25	— 0,11	+ 0,4	+ 4,9	.....	4,2	1	NE. 1	0,74
26	567,42	+ 1,11	566,94	568,32	+ 3,18	+ 0,96	— 0,2	+ 4,9	.....	8,4	10	NE. 2	0,82
27	567,10	+ 0,88	566,70	567,74	+ 7,39	+ 5,31	+ 4,8	+10,4	.....	.....	....	NE. 1	0,57
28	565,17	— 0,96	564,28	566,62	+ 4,99	+ 3,05	+ 3,4	+ 8,2	.....	25,0	10	SO. 2	0,93
29	564,07	— 1,97	563,32	564,84	+ 5,58	+ 3,78	+ 5,2	+ 8,4	.....	8,4	6	variable	0,53
30	563,84	— 2,11	561,92	564,94	+ 2,14	+ 0,48	— 0,9	+ 5,6	...60	13,8	6	SO. 2	0,96

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE SEPTEMBRE 1876.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	565,57	565,68	565,68	565,72	565 80	565,88	566,07	566,22	566,39
2e »	563,88	564 06	564,08	564,32	564,40	564,53	564,78	565,02	565,15
3e »	567,89	567,84	567,99	567,77	567,61	567,51	567 49	567,70	567,86
Mois	565,78	565,86	565,91	565,94	565,94	565,97	566,11	566,31	566,46
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 0,77	+ 2,75	+ 4,29	+ 4,89	+ 5,32	+ 4,59	+ 3,29	+ 2,19	+ 1,19
2e »	— 1,48	+ 0,54	+ 2,16	+ 3,16	+ 2,99	+ 1,86	+ 0,69	+ 0,24	— 0,24
3e »	+ 4,01	+ 5,92	+ 7,34	+ 7,89	+ 7,77	+ 6,94	+ 5,59	+ 4,92	+ 4,51
Mois	+ 1,10	+ 3,07	+ 4,60	+ 5,31	+ 5,36	+ 4,46	+ 3,19	+ 2,45	+ 1,82

	Min. observé.*	Max. observé.	Clarté moyenne du ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	+ 0,10	+ 6,00	0,58	21,0	180
2e »	— 1,67	+ 3,24	0,67	40,6	280
3e »	+ 3,17	+ 8,30	0 60	66,6	60
Mois	+ 0,53	+ 5,85	0,61	128,2	520

Dans ce mois, l'air a été calme 0,00 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,78 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 34,44 sur 100.

* Voir la note du tableau.

NOTICE

SUR LA

CONSERVATION DES BLOCS ERRATIQUES

ET SUR LES

ANCIENS GLACIERS DU REVERS SEPTENTRIONAL DES ALPES SUISSES

PAR

M. Alph. FAVRE

Depuis plus d'un siècle, on se plaint de la destruction des blocs erratiques. Déjà les Gessner, les Lang, les de Saussure l'ont déplorée et tous les naturalistes modernes qui se sont occupés du terrain quaternaire en ont parlé, entre autres Studer, de Charpentier, Guyot, Bachmann, Mühlberg, etc., etc.

Une partie de la population de la Suisse s'associe à ces regrets; on aime à voir ces blocs qui embellissent le paysage et auxquels se rattachent souvent des légendes, des histoires curieuses, des souvenirs d'enfance et qui ont été l'objet de discussions scientifiques devenues populaires; mais cette sorte d'attachement n'empêche pas beaucoup de communes et de particuliers de vendre encore maintenant de beaux blocs à vil prix.

Depuis quelques années on a cherché à protéger et à conserver, parmi ces blocs, ceux qui sont remarquables par leur volume, par leur position pittoresque ou par leur importance scientifique.

En mars 1866, M. Louis Soret proposa à la section

genevoise du Club alpin suisse de chercher à sauver de la destruction un certain nombre de blocs situés en Suisse et dans la partie de la France voisine de Genève.

Nous fûmes chargés, M. Soret et moi, de nous entendre avec la Société géologique de France ; elle accueillit favorablement les idées que nous lui présentâmes et, par l'influence de MM. Lartet et Belgrand, présidents de la Société, elle nous fit obtenir l'autorisation de choisir sur les terrains communaux français les blocs que nous désirions faire conserver. M. Soret en a désigné un certain nombre surtout dans la vallée de l'Arve et au mont Salève ; ils y sont maintenant marqués d'un F, initiale du mot France, ce qui signifie qu'ils sont rangés parmi les monuments nationaux français et sous la surveillance de l'administration des Ponts et Chaussées.

En Suisse, nous nous adressâmes à la Société helvétique des sciences naturelles, réunie à Neuchâtel en 1866, pour lui demander de s'intéresser à l'œuvre dont nous nous occupions. La proposition fut renvoyée à la commission géologique de la Suisse qui me chargea, ainsi que M. B. Studer, de rédiger un *Appel aux Suisses* pour la conservation des blocs erratiques. Nous y joignîmes, M. Soret et moi, un projet relatif à une carte des blocs. Cet *Appel* fut présenté à la Société helvétique des sciences naturelles réunie à Rheinfelden en 1867 ; avec l'approbation de la Société il fut imprimé à un grand nombre d'exemplaires ; plusieurs journaux le reproduisirent ; le Conseil fédéral voulut bien le recommander aux gouvernements cantonaux, quelques-uns de ceux-ci s'en occupèrent très-sérieusement ; les uns décidèrent que l'exploitation des blocs serait interdite dans les forêts de l'Etat, d'autres donnèrent des ordres aux forestiers et aux ingé-

nieurs pour conserver les blocs les plus beaux. D'autres encore demandèrent aux régents des écoles disséminées sur toute la surface du canton d'indiquer sur une carte les blocs les plus remarquables. Les régents de quelques localités se servirent de leurs élèves pour aller à la recherche des blocs. Ils leur apprirent d'abord à distinguer les roches cristallines des roches calcaires ou argileuses, puis ils leur dirent : « Chaque fois que vous
» trouverez un bloc de roche cristalline, remarquez bien
» l'endroit ; nous irons plus tard y faire une promenade,
» vous me servirez de guide. » Et l'essaim des jeunes gens sortant de l'école pendant les vacances de l'été fouillait les endroits les plus sauvages des montagnes, les ravins, les forêts, dans leurs parties de plaisir, dans la récolte des noisettes et souvent en gardant le bétail au pâturage. Beaucoup de blocs ainsi découverts furent déclarés *inviolables*.

Cette campagne qui continue encore aujourd'hui a eu d'heureux résultats. On peut signaler, par exemple, la décision du Conseil d'administration de la ville de Soleure qui a voté la conservation de 230 blocs de granit du Mont-Blanc disséminés sur la colline du Riedholz près de la ville ; ils lui donnent un aspect des plus pittoresques et un intérêt scientifique tout particulier. Dans les cantons de Fribourg et d'Argovie, il est défendu maintenant d'exploiter les blocs situés dans les forêts de l'État, et, dans le dernier de ces cantons, plus d'une trentaine d'autres blocs ont été mis à l'abri de l'exploitation par des décisions spéciales. Dans le canton de Vaud, on en compte une dizaine, si je ne me trompe, qui seront conservés ; et la municipalité de la commune de Premier a, paraît-il, défendu l'exploitation

des blocs sur les terrains qui lui appartiennent où ils sont grands et nombreux. Dans d'autres cantons, quelques municipalités ont pris de semblables décisions. Dans le canton de Neuchâtel, beaucoup de blocs ont été déclarés *inviolables*. Il en est de même dans les cantons de Zurich, de Berne et surtout de St.-Gall. La plupart de ces blocs ont donc été protégés par voie administrative. Des particuliers aussi ont souvent voulu conserver ces témoins du dernier des grands phénomènes géologiques de la Suisse en les donnant soit à des Sociétés cantonales, soit à la Société helvétique des sciences naturelles. C'est ainsi que le bloc d'arkésine du Steinhof, canton de Soleure, de 60000 pieds cubes, a été acheté par les soins de M. le professeur Lang et donné à la Société helvétique; le bloc de granit rouge de 300000 à 400000 pieds cubes du Luegiboden, vallée d'Habkern près d'Interlaken, est maintenant la propriété du Musée d'histoire naturelle de Berne. Quelques blocs des environs de Bulle (Fribourg) appartiennent au Musée de cette ville; dans d'autres cantons, tels que St.-Gall, Lucerne, Argovie, Zurich, les Sociétés d'histoire naturelle, certaines corporations nommées Bourgeoisies et des sections cantonales du Club alpin suisse en possèdent plusieurs. Voilà quelques-uns des résultats de la publication de l'*Appel aux Suisses*.

Cet *Appel* a eu encore l'avantage de rendre plus populaire l'étude de l'ancienne extension des glaciers. Les circulaires des gouvernements aux régents, forestiers et ingénieurs ont mis à l'ordre du jour toutes les questions relatives aux terrains quaternaires. Plusieurs travaux importants ont été publiés; tels sont ceux de MM. Mühlberg à Aarau, Bachmann à Berne, Gutzwiller à St.-Gall, Desor à Neuchâtel, Rütimeyer à Bâle, Ziegler à

Winterthur, Kinkelin à Zofingen, Merklein à Schaffhouse, etc.

Des notes peu développées et d'excellents mémoires ont vu le jour dans différents recueils; les principaux sont ceux de MM. les professeurs Kaufmann de Lucerne, Mœsch de Zurich, Gilliéron de Bâle et de feu MM. Théobald et Gerlach.

Dans le voisinage de la Suisse, notre *Appel* a produit de bons résultats. M. le professeur Steudel a publié plusieurs notices sur les terrains quaternaires de Souabe, et MM. Falsan et Chantre ont fait un grand et beau travail sur la portion du bassin du Rhône qui s'étend de la frontière de la Suisse jusqu'aux environs de Lyon et dans le haut Dauphiné. On ne peut douter que l'*Appel aux Suisses* n'ait eu de l'influence sur MM. Falsan et Chantre, lorsqu'on a lu les pages bienveillantes pour la Suisse, qui forment une partie de la préface de cette *Monographie géologique des anciens glaciers de la partie moyenne du bassin du Rhône*. Si notre *Appel* n'avait eu d'autre effet que de provoquer les belles recherches des savants lyonnais, nous pourrions encore nous estimer heureux d'un semblable résultat.

L'*Appel* a eu une influence d'un autre genre : un grand nombre de personnes (70 ou 80), ingénieurs, forestiers, botanistes, médecins, membres du Club alpin, minéralogistes, géomètres, etc., se sont mis à faire des observations sur les blocs et sur les terrains quaternaires; isolées, ces observations n'avaient souvent pas assez d'importance pour être publiées, mais elles pouvaient prendre de la valeur en étant rapprochées les unes des autres. Elles m'ont été adressées et j'ai pu les utiliser[1]. Je remercie ces messieurs

[1] M. Soret et moi, nous avons présenté aux réunions de la Société helvétique des Sciences naturelles à Einsiedeln en 1868, à Soleure en

de leur obligeance, je les prie de ne pas se lasser et de vouloir bien me tenir au courant de leurs nouvelles recherches.

Ce n'est pas tout de réunir un grand nombre dedocuments, il faut encore en déduire des conséquences. C'est ce que j'ai essayé de faire, mais l'étude du terrain glaciaire est hérissée de difficultés qui ne pourront probablement jamais être surmontées, et qui, je le reconnais, jettent quelques doutes sur les résultats obtenus. Est-on sûr, par exemple, que les diverses considérations qui découlent de la distribution des blocs erratiques, telle que nous la connaissons maintenant, soient les mêmes que celles auxquelles on serait arrivé par une étude faite il y a un siècle ? C'est assez probable, mais ce n'est pas certain, parce que le rapport numérique entre les différentes espèces de roches a changé ; les granits, par exemple, qui sont bons pour la construction, ont été exploités dans certaines localités, tandis que ce sont les pierres à chaux qui ont été détruites dans d'autres. Un autre point sur lequel on peut avoir des doutes est celui de la hauteur atteinte par les anciens glaciers. Elle nous est donnée par les blocs erratiques et par les *roches moutonnées*. Ces dernières se trouvent à la base des *Aiguilles* et de la portion dentelée du sommet des montagnes, à une élévation quelquefois plus grande que celle des blocs erratiques. Dans les montagnes de roches cristallines, elles présentent des formes bien caractérisées et d'origine non douteuse, mais dans les montagnes formées de terrains calcaires plus ou moins argileux, ces formes, d'un caractère moins évident, peuvent avoir été produites soit par le frottement de

1869, à Frauenfeld en 1871, à Fribourg en 1872, des rapports qui résumaient brièvement les progrès de ces études.

l'ancien glacier soit aussi par la décomposition des roches sous l'influence des agents atmosphériques. Les observations deviennent très-délicates ; elles offrent peu de précision, et l'imagination ainsi que les idées préconçues peuvent fortement les influencer.

Malgré ces difficultés, nous croyons qu'il est urgent d'étudier le phénomène glaciaire, car plus on ajournera les travaux sur ce sujet, plus les traces en seront effacées.

Je vais exposer quelques-uns des résultats de cette étude.

I

J'ai indiqué par des couleurs l'extension des anciens glaciers du revers septentrional des Alpes sur une carte au $\frac{1}{250000}$. Ce genre de travail n'est pas nouveau, car MM. A. Escher de la Linth, Ramsay, Heer, Kinkelin, etc., ont déjà donné des cartes, mais elles sont à une échelle beaucoup plus petite que le $\frac{1}{250000}$, et j'ai pu employer pour tracer les limites des anciens glaciers des observations et des documents imprimés ou inédits qui n'avaient pas été à la disposition de mes prédécesseurs. Sur cette carte, qui est presque achevée, j'ai cherché à représenter deux choses très-différentes. L'une est l'ancien état glaciaire de la Suisse, l'autre, les vestiges qui nous en restent.

A. État ancien de la Suisse pendant la grande époque glaciaire.

Pour donner une idée de cet état j'ai figuré sur la carte :

1° Les contours des cinq glaciers principaux de la Suisse dans tout leur développement. *Le glacier du*

Rhône ou du Valais s'étendait au nord jusque sur les bords du Rhin en suivant une partie de la vallée de l'Aar et en envahissant une partie du Jura; à l'ouest il s'étendait jusqu'à Lyon, mais cette région est en dehors du cadre de ma carte. — *Le glacier de l'Aar* n'a atteint qu'une faible extension; il s'est arrêté aux environs de Berne où la lutte qu'il a soutenue avec le puissant glacier du Rhône est nettement attestée par le mélange des roches de la vallée de l'Aar avec celles du Valais. — *Le glacier de la Reuss* était en contact avec le glacier du Rhône dans les environs d'Aarau et s'étendait jusque sur les bords du Rhin. — *Le glacier de la Linth* qu'on pourrait considérer comme une partie du glacier du Rhin, tant était considérable la branche qu'il recevait de ce dernier au travers du lac de Wallenstadt, se prolongeait jusque sur les bords de ce fleuve non loin de l'embouchure de l'Aar. — Enfin *le glacier du Rhin* a laissé d'immenses dépôts jusque sur la rive gauche du Danube.

Les limites de tous ces glaciers ont été tracées avec soin et j'ai tout lieu de les croire exactes, quoiqu'il y ait quelques localités dans lesquelles il serait désirable de faire de nouvelles recherches, par exemple dans les montagnes de la rive droite du Rhin entre Sargans et le lac de Constance où la limite supérieure du grand glacier n'est pas connue, et en Thurgovie où la ligne de jonction du glacier du Rhin proprement dit et de celui de la Linth reste encore à déterminer.

Les limites extrêmes des anciens glaciers, que ce soit celle de hauteur ou celle de longueur sont toujours difficiles à découvrir; on ne les retrouve que par hasard ou par de persévérantes recherches, qui ne peuvent guère être

faites que par des gens habitant sur les lieux. Je me permets donc d'attirer sur ce point l'attention des hommes qui s'intéressent à ce sujet et de leur demander de vouloir bien me communiquer ou publier leurs observations pour qu'elles puissent être utilisées.

2° Les névés de l'époque glaciaire sont figurés sur ma carte par une nuance plus pâle que celle qui représente les glaciers auxquels ils donnent naissance. Ces névés couvraient toutes les sommités et descendaient fort bas, la ligne des neiges dites éternelles étant moins haute à cette époque que maintenant. On en a pour preuve des moraines provenant de montagnes qui n'ont que 1800, 1500 et même 1400 mètres d'élévation au-dessus du niveau de la mer. Ces montagnes ont dû être couvertes de névés assez grands pour former des glaciers. Ils descendaient probablement de 100 ou 200 mètres au-dessous de la cime, ce qui portait la limite inférieure des neiges éternelles à 1200 mètres; je crois même que ce chiffre est trop fort. Les glaciers s'élevant très-haut, comme nous le dirons plus loin, étaient donc en contact avec les névés sur presque toute leur longueur. Ce n'est guère que dans les régions les plus éloignées de leur source qu'il put y avoir entre les glaciers et les névés un espace dans lequel la végétation se développa plus ou moins durant l'été.

B. Distribution actuelle du terrain glaciaire.

J'ai représenté sur la carte : par des points d'une couleur vive, les blocs isolés et les groupes de blocs erratiques; — par des traits, les moraines; — par des traits plus fins horizontaux, les terrains glaciaires en nappes. C'est au

moyen de l'observation de ces trois éléments qu'on peut rétablir l'état de la Suisse à l'époque glaciaire.

II.

On peut distinguer dans les anciens glaciers deux parties qui se voient encore dans les glaciers actuels : le glacier de montagne équivalent de ce qu'on nomme maintenant glacier réservoir, contenu dans la partie montagneuse du bassin, et le glacier de plaine correspondant au glacier d'écoulement.

Dans le glacier du Valais ou du Rhône, le glacier de montagne s'étendait du fond du glacier du Rhône actuel à l'extrémité orientale du lac Léman et comprenait les glaciers de toutes les vallées dont les eaux se jettent maintenant dans le Rhône en amont de ce point, des vallées de la Sarine (canton de Fribourg), de la Dranse et de l'Arve (Hte-Savoie), etc. Le glacier de plaine s'étendait à partir de l'extrémité supérieure du lac Léman dans tout le bassin de ce lac; en atteignant le lac de Neuchâtel, il passait dans le bassin de l'Aar et il le suivait jusque vers l'embouchure de cette rivière dans le Rhin; il s'avançait également des environs de Genève à ceux de Lyon.

Dans le glacier du Rhin, auquel il faut joindre celui de la Linth, le glacier de montagne s'étendait dans les nombreuses vallées du bassin actuel du Rhin et de la Linth jusqu'à une ligne qui passait au pied des montagnes voisines d'Einsiedeln, à Wesen (extrémité occidentale du lac de Wallenstadt), au pied occidental et septentrional du massif du Sentis et à la base des montagnes situées à l'est du lac de Constance.

Les bassins des anciens glaciers du Rhône et du Rhin étant ainsi divisés en deux parties, on trouve dans chacun d'eux que la surface du glacier de montagne est égale à la surface du glacier de plaine. Cette observation se vérifiera-t-elle pour d'autres glaciers ? C'est ce que nous ne savons point encore. Cette égalité que nous avons trouvée sans idée préconçue pour les bassins des deux plus grands glaciers de la Suisse ne nous semble cependant pas nécessaire parce que le volume de la glace devrait, dans la comparaison du glacier de montagne avec le glacier de plaine, avoir plus d'importance que la mesure de la superficie des glaciers.

III.

J'ai encore cherché à étudier l'épaisseur des anciens glaciers, qui est donnée par l'élévation au-dessus du thalweg des traces qu'ils ont laissées, et la pente de leur surface supérieure, qui se déduit des hauteurs relatives de ces traces.

Dans le tableau suivant j'ai réuni quelques faits relatifs au glacier du Rhône.

TABLEAU I

Ancien glacier du Rhône.

Localités	Niveaux supérieurs des traces du glacier	Niveaux de la vallée voisine	Épaisseurs de la glace	Distances	Différences de niveaux	Pentes pour mille
Dans le Valais						
	mètres	mètres	mètres	kilom.	mètres	
Schneestock. .	3550					
Furkahorn . .	2800[1]	2505[2]?	295?	7,5	750	100 ?
Eggishorn[3]. .	2700	1020	1680	29,5	100	3
Illhorn[4]. . . .	2100[5]	600	1500	42	600	14
Arpille[6] . . .	2082[7]	475	1607	48	18	0,3
Morcles[8] . . .	1650[9]	440	1210	15	432	29
En dehors du Valais				33	260	8
I. *Rive droite*						
Borbintze . .	1390[10]	814	576			
Bodenevas[11]. .	1150[12]	829	321	22	240	11
Gurnigel . . .	1150[12]	758	392	29	0	0
II. *Se dirigeant au Jura*						
Morcles	1650	440	1210			
Chasseron[13]. .	1352[14]	435[15]	917	78	298	4
Chasseral[16]. .	1306[17]	435	871	57	46	0,8
Burenberg[18] .	1221[19]	430	791	16	85	5
Buschberg[20] .	700[21]	415	285	57	521	9
Kaisterberg[22].	470[23]	334[24]	136	7	230	33 ?

[1] D'après M. Gosset. — [2] Niveau actuel du glacier. — [3] Rive droite du Rhône près du glacier d'Aletsch. — [4] Rive gauche du Rhône au sud de Louèche. — [5] D'après Gerlach. — [6] A l'ouest de Martigny. — [7] D'après Gerlach. — [8] Sur le flanc ouest de la montagne de ce nom.— [9] D'après MM. Desor, Renevier et A. Favre. — [10] Chalet situé entre la Dent de Lys et les Corbettes, canton de Fribourg; d'après M. Neinhaus.— [11] Chalet voisin de Bulle, canton de Fribourg.— [12] D'après M. Gilliéron. — [13] Au nord-ouest d'Yverdon, canton de Vaud. — [14] D'après M. Schussler. — [15] Niveau du lac de Neuchâtel. — [16] A l'est de Bienne, canton de Berne. — [17] Carte fédérale. — [18] Au-dessus de Grange, première chaine du Jura à l'ouest de Soleure. — [19] D'après M. le professeur Lang. — [20] Près de Wittnau, au nord d'Aarau. — [21] D'après MM. Mühlberg, Theiler et Favre.— [22] Entre Frick et le Rhin (Argovie). — [23] D'après MM. Mühlberg, Theiler et A. Favre. — [24] A Oeschgen.

La première colonne renferme les noms des localités où les traces du glacier (roches polies, frottées ou blocs erratiques) ont été observées. Leur hauteur au-dessus du niveau de la mer se voit dans la seconde. Dans la troisième, j'ai inscrit l'élévation au-dessus du niveau de la mer des points du thalweg les plus voisins des localités indiquées. La différence entre les chiffres de la seconde et de la troisième colonne représente l'épaisseur de la glace; elle est inscrite dans la quatrième. Il est évident que ces chiffres ne donnent pas des mesures rigoureuses. Dans la cinquième colonne, on lit les distances qui séparent chaque localité de la suivante; dans la sixième, la différence de leurs niveaux et dans la septième, la pente du glacier.

J'ai eu soin de faire connaître dans les notes la position géographique des localités et les noms des observateurs.

Dans ce tableau, on voit en premier lieu les localités situées en Valais, puis celles qui en sont dehors; parmi ces dernières, j'indique les localités de la rive droite du glacier jusqu'au Gurnigel (près Berne) au delà duquel il a été en lutte avec le glacier de l'Aar et n'a plus rencontré de montagnes. Sous le n° II je suis le glacier dans sa marche directe des Alpes au Jura, puis sur le flanc oriental de cette chaîne jusque dans les environs d'Aarau d'où le glacier s'est dirigé vers le Rhin, au travers du Frickthal (Argovie).

Le tableau suivant construit sur le même plan que le précédent, concerne l'ancien glacier du Rhin.

TABLEAU II

Ancien glacier du Rhin.

Localités	Niveaux supérieurs des traces du glacier	Niveaux de la vallée voisine	Épaisseurs de la glace	Distances	Différences de niveaux	Pentes pour mille
Rhin antérieur						
	mètres	mètres	mètres	kilom.	mètres	
Scopi	3200 [1]	1842 [2]	1358	43	1200	27 ?
Piz Mundaun .	2000 [3]	713 [4]	1287	31	0[29]	0
Calanda	2070 [5]	552	1518			
Oberhalbstein et Rhin postérieur						
Piz Lungen[6] .	3170	2100 [7]	1070	28	1170	42
Alpe Lafoppa .	2000 [8]	1096	904	26	0	0
Mutten	2000 [9]	700	1300	7	0	0
Alpetta . . . .) Alpe de Danis.)	2000[10]	642	1358	21	0[29]	0
Calanda	2070	552	1518			
Rhin proprement dit[11]				24	720	30
Oberhaus . . .	1350[12]	485	865			
Branche passant par Wallenstadt et la rive gauche du glacier de la Linth				55	250	4,5
Etzel	1100[13]	370[14]	730	6	30	5
Hohe Rhonen .	1070[15]	370	700	5	130	26 ?
Im Knollen . .	910[16]	370	570			
Même glacier passant par le lac de Zurich						
Etzel	1100	370	730	21	250	12
Uetliberg . . .	850[17]	409	441	18	50	3
Lægern	800[18]	360	440			
Suite du Rhin proprement dit						
Oberhaus . . .	1350[19]	485	865	30	0	0
Fœhneren. . .	1350[20]	440	910	6,5	150	23
Gæbris	1200[21]	420	780			
Partie dirigée au NO.				82	500	6
Hohentwiel . .	700[22]	430	270	11,5	26	2
Hausen	674[23]	500	174			
Partie dirigée au NNO.						
Gæbris	1200[24]	420	780	40	400	10
Gœhrenberg .	800[25]	430	370	40	104	2,5
Engelwies. . .	696[26]	657	39			
Partie dirigée au NNE.						
Gæbris	1200[27]	420	780	91	675	7,5
Warthausen. .	525[28]	525	0			

[1] Voisin du passage du Lukmanier. — [2] A Santa-Maria. — [3] Piz Mundaun ou Piz Grond au sud-ouest d'Ilanz; d'après M. F. de Salis.

En tête du tableau I se trouve le Schneestock, montagne qui est à la partie supérieure du glacier du Rhône actuel ; les névés qui servent de source à ce glacier s'élèvent maintenant à 3550 mètres, et j'ai pris également ce chiffre pour indiquer le maximum de la hauteur des névés de l'époque glaciaire. Il est certainement trop faible, mais je n'ai su comment le modifier sans tomber dans l'arbitraire. Il en est de même pour les névés du Scopi (3200^{m}, tabl. II) où j'ai placé la source de l'ancien glacier du Rhin antérieur. Ce chiffre est trop petit puisqu'il est moins fort que celui des névés du glacier du Rhône et que probablement les anciens névés étaient à peu près au même niveau dans tout le centre de la Suisse. Il ne

— [4] Le Rhin antérieur un peu en amont d'Ilanz. — [5] Rive gauche du Rhin au nord-ouest de Coire ; d'après MM. Théobald, J. Coaz et F. de Salis. — [6] Au sud du passage du Julier. — [7] En amont de Bual, passage du Julier. — [8] Au-dessus de Salux, rive gauche de la vallée de l'Oberhalbstein ; d'après M. F. de Salis. — [9] Près du confluent de l'Albula et du Rhin postérieur ; d'après M. F. de Salis. — [10] L'Alpetta est sur la rive gauche du Rhin postérieur, l'Alpe de Danis est sur la rive droite, ces deux localités sont en face l'une de l'autre. — [11] Le Rhin proprement dit commence à Reichenau près de l'extrémité sud du Calanda. — [12] Hameau un peu au nord de Sargans ; d'après M. le professeur Mœsch. — [13] Au sud de la presqu'île de Hurden qui sépare le lac de Zurich en deux parties ; d'après M. Guyot. — [14] Fond du lac de Zurich près Pfæffikon. — [15] Au nord-ouest d'Einsiedeln, au nord-est du lac d'Egeri ; d'après M. le professeur Guyot. — [16] Au nord du lac d'Egeri ; d'après M. le professeur Kaufmann. — [17] Au sud-ouest de Zurich. — [18] A l'est de Baden en Argovie ; d'après MM. Escher, Mœsch, etc. — [19] Voir la note 12. — [20] Au sud-est d'Appenzell ; d'après MM. Deike et Gutzwiller. — [21] Au nord-est d'Appenzell ; d'après MM. Wanner et Gutzwiller. — [22] Près de Singen, à l'ouest du lac de Constance ; d'après MM. Escher et Mœsch. — [23] A l'ouest de Engen, grand-duché de Baden ; d'après M. Merklein. — [24] Voir la note 21. — [25] A Glashutte, au nord de Markdorf, grand-duché de Baden ; d'après M. Gerwig. — [26] Entre Mœsskirch et Sigmaringen ; d'après M. Gerwig. — [27] Voir la note 21. — [28] Au nord de Biberach en Souabe. — [29] L'explication de ces zéros se trouvera dans le texte.

faut donc pas attacher d'importance aux chiffres 100 (tabl. I) et 27 (tabl. II) qui représentent les pentes des anciens glaciers en amont du Furkahorn et du Piz Mundaun.

Le chiffre 2505^{m} qui indique l'élévation du glacier du Rhône au pied du Furkahorn est dans la même condition. Il devrait être remplacé par l'indication de la hauteur du thalweg de la vallée; or on ne la connaît pas, l'épaisseur du glacier du Rhône n'ayant point été mesurée; le chiffre de 295^{m} (4e colonne) devrait être augmenté de tout ce qu'on devrait retrancher au chiffre 2505^{m}.

Dans les localités suivantes, ce ne sont plus les névés actuels que nous avons pris comme point de repères. Au Furkahorn (2800^{m}, tabl. I) la marque du passage du glacier a été constatée par M. Gosset dans ses beaux travaux sur le glacier du Rhône; au Piz Mundaun (2000^{m}, tabl. II) c'est un bloc erratique qui atteste l'élévation de l'ancien glacier d'après M. de Salis.

La pente de la surface supérieure du glacier étant en général assez faible et la surface inférieure de celui-ci reposant sur un sol très-accidenté, il en résulte que l'épaisseur varie considérablement. Par exemple, on voit qu'au-dessous de l'Eggishorn (tabl. I), le thalweg du Valais est à 1020^{m}, mais les blocs sont fort élevés puisqu'ils m'ont paru atteindre 2700^{m}[1]; il en résulte que l'épaisseur du glacier a été de 1680^{m}. Cette puissance a

[1] Il est difficile de distinguer dans cette localité les blocs qui ont été transportés par le glacier du Rhône proprement dit de ceux que l'énorme glacier d'Aletsch a pu déposer lors de sa grande extension; cependant je ne pense pas avoir fait une grande erreur dans cette évaluation.

été à peu près la même à l'Arpille près de Martigny, où elle atteint 1607^m (tabl. I). La pente du glacier étant relativement rapide, soit de 29 pour 1000, entre l'Arpille et Morcles, et la vallée ayant une pente très-douce, la puissance du glacier n'a plus été que de 1210^m près de Morcles. L'épaisseur de la glace a notablement diminué encore lorsque le glacier a dû remonter 400^m environ en s'avançant hors de la vallée du Rhône (440^m au pied de la Dent de Morcles, 375^m au bord du lac Léman [1]): à Borbintze, chalet situé au-dessus de Châtel-St-Denis (814^m), la glace n'avait plus que 576^m d'épaisseur, à Bodenevas 321^m et au Gurnigel 392^m.

Ce glacier, en s'avançant au travers de la plaine suisse jusqu'au Chasseron (tabl. I), en se déversant sur un large espace au nord dans le bassin de l'Aar et au sud du côté de Lyon, avait par places une grande puissance. Au Chasseron, les blocs sont à 1352^m d'après les recherches faites par M. Schussler, ce qui confirme le chiffre de 1344^m donné par L. de Buch en 1806, mais ce qui n'est d'accord ni avec celui de 1442^m indiqué par le savant berlinois en 1811, ni avec celui de 1202^m donné plus tard par M. Guyot. Malgré la hauteur atteinte par le glacier, l'épaisseur n'en est que de 917^m parce que la surface du lac de Neuchâtel est à 435^m. Il est vrai que si on comptait l'épaisseur de la glace à partir du fond du lac elle serait augmentée de 144^m [2].

[1] L'épaisseur du glacier n'était pas constante dans sa largeur, il a dû remplir le bassin du lac Léman dont la profondeur est de 334^m entre Lausanne et Évian.

[2] Pendant la rédaction de ce travail, la Société d'Histoire naturelle de Neuchâtel a publié le 3me cahier, t. X, de son Bulletin. On y voit, p. 357, que M. Otz signale au mont d'Amin (au nord de Neuchâtel) un petit bloc de gneiss à 1400^m au-dessus du niveau de la mer.

On peut suivre sur le tableau la marche décroissante du glacier: à mesure qu'il s'avance vers le nord, on voit que les blocs du Valais sont encore à une hauteur étonnante au Chasseral au-dessus de Bienne et au Bürenberg au-dessus de Grange; la hauteur du glacier et son épaisseur vont en diminuant jusque sur les bords du Rhin où il semble s'être terminé par une pente de 33 pour mille; ce chiffre n'est peut-être pas fort exact, les conditions normales de la marche du glacier ayant pu être altérées par sa rencontre avec le glacier du Rhin.

Lorsqu'on considère l'élévation atteinte par le glacier du Valais le long du Jura entre Vallorbe (1314^{m}) ou le Chasseron (1352^{m}) et le Buschberg (700^{m}) et qu'on la compare à la hauteur des principaux cols du Jura, on comprend comment les glaces alpines ont pu aisément franchir cette chaîne et porter des roches du Valais jusqu'à vingt ou trente kilomètres au nord de Pontarlier, aux environs d'Ornans où Deluc en a constaté la présence en 1782, et jusque sur les bords du Dessoubre qui se jette dans le Doubs à St.-Hippolyte. En effet, entre Pontarlier et le nord du Jura, les principaux cols ou passages présentent les hauteurs suivantes: le col de Jougne, entre Vallorbe et Pontarlier[1], à 14 kilomètres au sud-ouest du Chasseron, ne dépasse pas 1000^{m}, — le col des Étroits, près Ste.-Croix, à côté du Chasseron, 1030^{m}, — le col de Provence, entre le Chasseron et le Creux-

[1] Au sud-ouest de Vallorbe les deux passages principaux sont celui de St.-Cergues aux Rousses, qui s'élève à 1236^{m}, et celui de la Faucille à 1323. Les blocs alpins sont rares dans la partie du Jura située à l'ouest de ces cols; ils sont un peu plus nombreux à quelque distance de Salins, d'après M. Choffat. Il semble donc qu'il n'y a eu qu'un bien petit nombre de blocs qui aient franchi les deux cols indiqués ci-dessus.

du-Vent, 1152m, — le col au nord du Val-de-Ruz, canton de Neuchâtel, 1124m, — Pierre-Pertuis, au nord de Bienne, 792m, — le passage au nord de Langenbruck, canton de Bâle, 603m, — la Staffelegg, au nord d'Aarau, 623m. Les glaciers alpins ont donc pu franchir le Jura par la plupart des cols et par les montagnes qui les avoisinent; leur grande puissance leur a donné une force suffisante pour faire rebrousser les glaciers jurassiens qui sans eux seraient descendus du côté de la Suisse. Les glaces alpines, dominant les glaces jurassiennes, ont pu leur livrer des blocs valaisans qu'elles ont transportés, et ces deux glaces d'origine différente se sont associées et ont cheminé sur la pente occidentale du Jura. Comme l'a dit M. Benoît, les glaces de cette chaîne ont servi de *relais* aux glaces des Alpes[1].

Revenons à l'étude de notre tableau. Les pentes de l'ancien glacier du Rhône sont remarquablement faibles. Dans trois localités seulement elles atteignent un chiffre quelque peu élevé : entre le Schneestock et le Furkahorn, j'ai déjà dit qu'on ne doit pas attacher d'importance au chiffre 100 ; entre le Buschberg et le Kaisterberg, le chiffre 33 n'est pas non plus certain, comme je l'ai dit; entre l'Arpille (Martigny) et Morcles l'inclinaison était de 29 pour 1000. Cela peut s'expliquer par le fait que la vallée qui s'étend entre ces deux localités est étroite relativement aux autres parties de la vallée principale du Valais et que, à Martigny, les glaciers des vallées latérales de Bagne, d'Entremont, de Ferret, de Trient et de la partie supérieure de la vallée de Chamonix se joignaient au glacier principal du Va-

[1] *Bullet. Soc. Géol. de France*, 1863, XX, 351.

lais; on peut donc croire que l'encombrement des glaces à Martigny les maintenait à une grande élévation, 2082^{m}, tandis qu'en aval de Morcles le glacier, débouchant dans le bassin très-large du lac Léman y était naturellement moins élevé. Les autres pentes ne dépassent guère 10 pour 1000, et quelques-unes sont nulles ou presque nulles, par exemple entre l'Illhorn et l'Arpille, entre Bodenevas et le Gurnigel et entre le Chasseron et le Chasseral.

Dans son développement jusqu'au Rhin et jusqu'à Lyon, l'ancien glacier du Rhône présentait sur un espace fort considérable une surface à peu près horizontale, comme l'indiquent les chiffres suivants :

A Borbintze le glacier atteignait 1390^{m} d'élévation au-dessus du niveau de la mer; — à 45 kilomètres au nord-ouest, au Chasseron, 1352^{m}; — à 65 kilomètres au nord de Borbintze, au Chasseral, 1306^{m}. Dans une autre direction, nous retrouvons une surface presque horizontale sur une étendue plus grande encore. On ne peut comparer la hauteur des blocs de 1390^{m} à Borbintze à celle de 1300^{m} au mont Salève[1] près de Genève, parce que Borbintze se trouve sur la pente nord du grand glacier, tandis que le Salève se trouvait sur la pente occidentale et que ces deux localités étaient séparées par l'arête supérieure du cône de glace qui s'étendait probablement de Morcles au Chasseron, en sorte que, malgré la

[1] Les blocs erratiques se trouvant au mont Salève à quelques mètres au-dessous du sommet, 1308^{m}, on ne sait pas au juste quelle a été la hauteur atteinte par le glacier dans cette localité, puisqu'il a probablement dépassé la montagne. Cependant, d'après la pente du glacier entre Morcles et le Chasseron, les glaces n'ont vraisemblablement dépassé le Salève que d'une vingtaine de mètres.

petite différence de niveau entre Borbintze et le Salève, il n'y avait pas de plaine entre ces deux points. Mais du Chasseron, où le glacier a atteint 1352^{m}, au Salève, où il s'est probablement élevé à 1330^{m}, il y a environ 70 kilomètres; la pente peut être regardée comme nulle. On peut donc croire que du Chasseral au Salève, c'est-à-dire sur 125 kilomètres, la surface du glacier était sensiblement horizontale. Du Salève au Molard de Don, situé à 65 kilomètres au sud-ouest (près de Belley, département de l'Ain), où les blocs alpins sont à 1100^{m} [1], la pente n'est que de 3 pour 1000. L'horizontalité d'une partie du glacier du Rhône est donc suffisamment démontrée.

Examinons le tableau II relatif à l'ancien glacier du Rhin. On y voit plusieurs divisions : celle du Rhin antérieur, de l'Oberalp et du Scopi à Reichenau, en amont de Coire ; — celle de la vallée de l'Oberhalbstein, qui commence au Piz Lungen, non loin du passage du Julier; cette vallée se réunit à celle du Rhin postérieur au Nord de Thusis et cette dernière se joint à celle du Rhin antérieur à Reichenau, non loin de la base du Calanda; — celle du glacier du Rhin proprement dit qui est formée à partir de cet endroit; à Oberhaus, près Sargans, une large branche de l'énorme glacier se dirigeait par le lac de Wallenstadt et, après s'être réunie au glacier de la Linth qui sortait de la vallée de Glaris, elle s'étendait sur tout le canton de Zurich. J'ai indiqué pour cette dernière branche : 1° des mesures relatives à la rive gauche de ce glacier qui empiétait sur le bassin actuel de la Reuss,

[1] Falsan et Chantre, *Monographie géologique des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône*, p. 156.

2° celles qui peuvent représenter à peu près le centre du glacier jusqu'à la montagne des Lägern.

Revenant ensuite à Oberhaus, j'ai suivi la vallée du Rhin jusqu'au Gäbris, au sud du lac de Constance, et j'ai cherché à indiquer de là la puissance et la pente du glacier suivant trois directions dans la région de l'Allemagne qu'il a envahie.

Je ne reviens pas sur ce que j'ai dit des deux seules sources de ce glacier que j'ai consignées dans ce tableau : le Scopi et le Piz Lungen, et je passe à l'étude de la pente et de l'inclinaison.

On voit que la puissance des glaces était grande dans certaines localités : elle atteignait près de 1300^{m} au Piz Mundaun ou Piz Grond, plus de 1500^{m} au Calanda, 1358^{m} à l'Alpetta et à l'Alpe de Danis (deux localités qui sont en face l'une de l'autre sur les deux rives du Rhin postérieur), 910^{m} à la Fœhneren; mais de là, l'épaisseur de la glace allait en diminuant jusque sur les flancs de l'Albe wurtembergeoise et badoise, où se terminait le glacier, et à Warthausen il semble s'être arrêté dans la plaine.

Le peu d'inclinaison de certaines parties de la surface supérieure de cet ancien glacier lui donnait de la ressemblance avec celui du Rhône. Il lui ressemblait aussi par son inclinaison de 30 pour mille entre le Calanda et Oberhaus, car cette pente, par suite de la similitude de position, était la même que celle du glacier du Rhône dans l'étroit défilé situé entre l'Arpille (Martigny) et Morcles. En effet, entre le Calanda et Oberhaus, le glacier était dans la partie la plus étroite de la vallée du Rhin et, au commencement de ce défilé, il recevait, sur la rive droite, un glacier considérable sortant de la vallée de Parpan, un

autre de la vallée de Schanfigg et un peu plus bas le grand glacier du Prättigau; puis, en arrivant à Oberhaus, il trouvait la vallée de Wallenstadt qui facilitait l'écoulement de la glace. Il ne faut pas attacher d'importance à la pente indiquée à Im Knollen, parce que le glacier était là sur la pente assez rapide d'une montagne et qu'il y rencontrait le glacier d'Egeri ou celui de la Reuss.

La surface du glacier du Rhin était horizontale sur de grands espaces, comme le prouve la hauteur des blocs au Piz Mundaun, 2000^{m}, et au Calanda, 2070^{m}, situés à 31 kilomètres de distance. Cette horizontalité est bien marquée aussi dans les vallées de l'Oberhalbstein et du Rhin postérieur, car les blocs sont à 2000 mètres sur une longueur de 54 kilomètres.

Des études subséquentes amèneront probablement à démontrer que cette horizontalité existait pour la surface des autres anciens glaciers de la Suisse.

Quant à l'élévation des blocs du Calanda de 70 mètres au-dessus de ceux qui sont en amont, nous ne pensons pas qu'on doive y attacher de l'importance. Dans un torrent il se détermine parfois un tournoiement dans l'eau qui la fait s'élever au-dessus du niveau général. Il y a quelques vingt ans, lorsque les glaciers des Alpes étaient plus grands qu'ils ne le sont maintenant, ils ont présenté de semblables *remous* dans les points où ils ont été forcés de tourner d'une manière brusque; Agassiz en a figuré un qu'il appelle un angle de rotation [1]; il existait et peut-être existe-t-il encore au pied du Riffel près Zermatt. Par ce remous, la glace est élevée au-dessus de la surface générale, et, eu égard aux énormes dimensions de l'ancien

[1] Agassiz, *Études sur les glaciers*, pl. 5.

glacier du Rhin, une élévation de 70 mètres est peu de chose. Cet angle de rotation s'est produit sur la rive gauche du glacier, lorsqu'il tournait le Calanda et lorsqu'il était soumis à une forte pression causée par l'arrivée des glaces de Parpan et de Schanfigg débouchant sur la rive droite.

Les anciens glaciers du Rhône et du Rhin ne peuvent être comparés pour leur grandeur, leur épaisseur et leur pente qu'à ceux des régions polaires où l'époque glaciaire existe encore. Il y a, en effet, au Groenland des glaciers d'une épaisseur énorme qui avancent de dix-neuf mètres par jour sur une pente d'un demi-degré d'inclinaison (8 pour mille environ)[1]. Le Groenland, qui n'a pas moins de 500 lieues de longueur sur une largeur de 250 lieues, est à l'intérieur couvert de glace, les montagnes et les vallées y sont changées en plaine uniforme[2].

Il paraît que les pentes y sont presque nulles. Cependant je crois qu'on n'a jamais donné de mesures exactes de l'inclinaison de la surface supérieure des glaciers de l'intérieur de ce continent. Dans certaines parties du Spitzberg, les pentes ne semblent pas être plus fortes, si l'on en juge par un singulier et intéressant dessin publié par M. Nordenskiold où l'on voit un glacier qui semble horizontal s'étendre à perte de vue[3].

[1] M.-A. Helland, *Geological Society of London*, 21 juin 1876; *Abstracts of the proceedings*, n° 322.

[2] Rink, *Journal of the roy. geographical Society*, 1853, XXIII, p. 145. — *Archives*, 1854, t. XXVII, 155. On trouvera beaucoup de détails sur la région arctique dans les deux ouvrages suivants : *Manual and instructions for the arctic expedition, edited by Rupert Jones*, Londres 1875, et *A selection of papers on arctic geography and ethnology*. London 1875.

[3] *Bihang till K. Swenska vet. Akad. Handlingar*, 1874. Band 2, n° 18.

S'il y a de grandes analogies entre la période glaciaire du Groenland et celle de l'Europe, il y a aussi des différences. Les glaciers du centre de ce pays s'étendaient dans les Alpes d'où ils se joignaient avec ceux du Jura, des montagnes du centre de la France, des Vosges, de la Forêt-Noire, etc. Cependant l'espace qu'ils occupaient n'avait que 200 lieues de longueur sur 100 environ de largeur.

Les glaciers de l'intérieur du Groenland ne charrient ni moraines, ni blocs à leur surface; au moins les premières sont si petites et les seconds si rares que le transport des roches y est sans importance; en effet, si les pics et les rochers du Groenland sont ensevelis sous un manteau de glace, d'où les blocs pourraient-ils arriver à la surface des glaciers? L'énorme quantité de débris qui tombent à la mer par les glaciers des fiords et qui recouvrent souvent les glaces flottantes proviennent peut-être de la moraine profonde.

En Suisse, les anciens glaciers ont été couverts de blocs erratiques et de moraines; il est possible que l'épaisseur de la glace y ait été aussi forte que dans le Groenland actuel, mais les aiguilles et les pics des Alpes étant probablement plus élevés au-dessus des vallées que ne le sont les pics des montagnes groenlandaises, ont toujours dominé les glaciers et ont pu y laisser tomber les produits de leur décomposition.

SUR LES LIMITES

DES

ÉPOQUES CRÉTACÉE ET TERTIAIRE

DANS LES MONTAGNES ROCHEUSES[1]

Les recherches faites en Europe sur les organismes fossiles dans la première moitié du siècle avaient amené la plupart des paléontologistes à croire à un renouvellement successif, général et complet des faunes à la surface du globe à différentes époques. Plus tard l'on a reconnu que si l'on voulait acquérir une connaissance exacte des lois de ce renouvellement, il fallait commencer par disséquer la surface de la croûte terrestre couche par couche et pied par pied, sur un grand nombre de points à la fois, puis comparer les résultats obtenus dans divers pays. C'est là ce que, avec son jugement si droit et clair, F.-J. Pictet a compris de bonne heure et ce qu'il a accompli dans une si large mesure, dans ses belles monographies. Ses travaux, joints à ceux de plusieurs autres paléontologistes, sont de précieux matériaux pour la solution de ce

[1] L. Lesquereux, Contributions to the fossil flora of the Western territories : Part I, The cretaceous flora. — E. D. Cope, The vertebrata of the Cretaceous formations of the West. — Hayden, Report of Geological and Geographical Survey of the Territories, 1873-74, etc. — Wheeler, Geol. and Geog. Surveys West of the 100 th meridian.

grand problème; ils permettent déjà de conclure que la succession et l'extinction des formes vivantes a été continue et graduelle dans la série des temps et que la doctrine des créations successives et générales ne supporte pas l'examen. Quoiqu'il reste encore bien des points à éclaircir, celui-là tout au moins est définitivement acquis à la science.

Cependant, bien que les limites d'un étage à l'autre deviennent de moins en moins tranchées à mesure que nos connaissances vont en s'augmentant, il en reste encore plusieurs qui sont très-nettes et sur lesquelles s'appuient les défenseurs de la première théorie; l'une d'elles s'observe en Europe entre les périodes crétacée et tertiaire (éocène). En effet, tandis que les dépôts tout à fait supérieurs de la période secondaire, les calcaires pisolithiques de Valognes et les couches de Faxoë (Danien de d'Orbigny) montrent encore dans leur faune très-appauvrie des formes complétement crétacées, nous voyons l'éocène se présenter tout à coup avec une faune nombreuse et nouvelle. Il est vrai qu'il se trouve en Belgique quelques dépôts d'âge douteux, de petite étendue, mais encore semble-t-il que les géologues se soient généralement mis d'accord pour les attribuer à l'Éocène inférieur.

Aux États-Unis, les travaux des géologues et des paléontologistes américains nous ont révélé, dans les Montagnes Rocheuses, un ordre de choses différent, qui peut se résumer en quelques mots:

Tandis qu'en Europe les grands reptiles de la période secondaire disparaissent complétement avec la craie supérieure, nous trouvons dans les États du Far-West américain les mosasauriens, les ptérosauriens et les dinosauriens dans des conditions stratigraphiques prouvant leur

contemporanéité avec les types de plantes terrestres qui caractérisent les dépôts tertiaires inférieurs (éocènes). Si l'on applique à la région orientale des Montagnes Rocheuses les conclusions admises en Europe par la paléontologie, on arrive à cette anomalie que les paléozoologistes classeront dans la série crétacée certaines couches que les paléobotanistes n'hésiteront pas à attribuer à l'époque tertiaire. Entrons dans quelques détails à ce sujet, en nous basant surtout sur les travaux dont les titres sont placés en tête de cet article. Nous examinerons successivement, dans les pages qui suivent, la stratigraphie de la région des Montagnes Rocheuses, la faune crétacée et la flore tertiaire inférieure.

I. *Notions stratigraphiques.* — Il résulte des études de MM. Meek, Hayden et Cope que les immenses dépôts crétacés observés sur le versant oriental, et même en partie sur le versant occidental des Montagnes Rocheuses peuvent se diviser en cinq zones ou époques toutes d'origine marine. Ce sont, en allant de bas en haut :

1° Le groupe de *Dakota*. Formé de grès de 1500 à 2000 pieds d'épaisseur. On n'y a pas trouvé de vertébrés fossiles, mais en revanche les nombreuses empreintes de feuilles dont M. Lesquereux a fait l'objet de sa belle monographie[1]. En stratification discordante sur les dépôts azoïques, paléozoïques ou jurassiques.

2° Le groupe de *Benton*. Schistes argileux et argiles recouvrant les grès précédents. Renferme beaucoup de mollusques (*Inoceramus problematicus* et autres espèces, *Ostrea congesta*, *Pholadomya papyracea*, *Ammonites* et *Scaphites* divers, et aussi des restes de vertébrés parmi

[1] Voy. *Archives*, novembre 1875, p. 287.

lesquels on a reconnu un *Lamna*, un *Pelecorapis* (voisin des poissons-volants), un *Apsopelix* et un crocodilien voisin du gavial (*Hyposaurus Vebbii*).

3° Le groupe de *Niobrara*. Argile bleuâtre et craie jaunâtre. M. Cope donne une liste de 4 espèces d'oiseaux, 37 de reptiles et 48 de poissons provenant de cet étage. Les mollusques y sont peu nombreux, ce sont des Inocérames et un grand bivalve dont la coquille atteignait jusqu'à 27 pouces de diamètre [1], décrites par M. Conrad sous le nom d'*Haploscapha* (*grandis* et *excentrica*).

Ces trois étages sont regardés par M. Lesquereux et d'autres comme les équivalents des étages cénomanien et turonien de d'Orbigny ou de l'upper green sand and gray chalk (chalk marl) des géologues anglais.

4° Le groupe du *Fort Pierre* correspond à la partie inférieure du grès vert du New-Jersey et contient dans les Montagnes Rocheuses des restes de Mosasauriens avec des Baculites, Helicoceras, Ammonites, etc.

5° Le groupe du *Fox Hill*. Composé de grès ferrugineux jaunâtre et d'argiles arénacées. Renferme les fossiles *Belemnitella bulbosa, Nautilus Dekayi, Ammonites placenta* et *lobatus, Baculites grandis, Scaphites Conradi,* etc., avec des ossements de *Mosasaurus Missouriensis.*

Ces deux derniers étages correspondent probablement au sénonien de d'Orbigny.

Au-dessus, l'on trouve les dépôts du *Fort Union* ou du groupe Lignitique. Ce sont ceux sur lesquels roule la question de la limite des terrains tertiaire et crétacé. Ils

[1] M. Cope pense que ces mollusques pouvaient avoir quelque ressemblance avec les huîtres. La forme de la coquille et sa structure fibreuse les rapprochent beaucoup plus des trichites (pinnigènes) dont ils ne diffèrent peut-être que par des caractères sub-génériques.
M. D.

consistent en couches déposées dans des eaux saumâtres ou douces renfermées dans des bassins séparés. Le prof. Hayden en a décrit un certain nombre sous le nom de *Transition beds* (lits de transition). Les études stratigraphiques ne permettent pas de les séparer nettement ni des dépôts inférieurs (crétacés marins), ni des supérieurs (tertiaires). En effet, dans l'état actuel de nos connaissances, dit M. Hayden, on peut distinguer dans les *Lignitic beds* 3 divisions : 1° Les couches strictement marines : telles sont celles de *Bear River* et de *Coalville* qui contiennent du charbon ; 2° les dépôts mélangés ou d'eau saumâtre ; 3° ceux d'origine purement d'eau douce, dont la portion supérieure du *Lignitic group* du Nord-Ouest est un bon exemple. Le premier groupe contient en abondance des formes crétacées bien déterminées ; cependant l'*Inoceramus problematicus* rend indubitable l'origine crétacée de ces couches ; les changements qui doivent apparaître plus tard sont déjà annoncés par la présence de quelques espèces d'eaux saumâtres. Graduellement l'on arrive ensuite à un horizon dans lequel se voient, à différentes places, des lits dont l'épaisseur varie de quelques pouces à quelques pieds, composés presque entièrement de différentes espèces d'huîtres et de plusieurs espèces de mollusques dont les analogues vivent tous aujourd'hui dans les eaux saumâtres.

Plus haut encore l'observateur atteint, graduellement aussi, des couches d'une épaisseur considérable dans lesquelles les mollusques d'eau douce prédominent. Il n'est pas douteux qu'une étude détaillée et complète de ces formations dans tous les territoires de l'Ouest, montrerait qu'il n'y a pas eu d'interruption brusque dans la vie marine de cette époque, mais que les formes marines et

saumâtres se sont éteintes petit à petit à mesure que les espèces d'eau douce augmentaient en nombre, jusqu'à ce que ces dernières soient devenues prédominantes.

Où placera-t-on la ligne de démarcation entre le Crétacé et le Tertiaire? se demande ensuite M. Hayden. Et il confesse qu'il l'ignore, car, dit-il, quoiqu'il doive y avoir eu des oscillations du sol pendant que ces 8 ou 10000 pieds de sédiments étaient en voie de formation, une discordance légère de quelques dépôts ne saurait rien prouver.

Enfin l'éminent géologue des États-Unis termine un de ses articles sur ce sujet en disant que la doctrine de la succession ininterrompue des événements est de la plus haute conséquence pour la géologie des Montagnes Rocheuses. Si nous connaissions parfaitement la structure de la croûte du globe, il est probable que nous trouverions quelque part une série continue de dépôts depuis les sédiments les plus anciens jusqu'aux formations actuelles. Nous aurions alors une telle unité dans ces couches (*in the fabric*) qu'il serait impossible de dire où commence un étage et où l'autre finit; et les termes Silurien, Dévonien, etc., nous apparaîtraient seulement comme des restes des connaissances imparfaites des temps passés. C'est le but le plus élevé du géologue d'effacer autant que possible ces lignes de démarcation; et si, dans la région du Far West, nous pouvons supprimer toutes traces d'interruption entre les époques tertiaire et crétacée, nous aurons beaucoup avancé la construction de l'édifice géologique.

II. *Notions paléontologiques.* — Les dépôts qui ont fait l'objet des pages précédentes renferment un grand nombre de fossiles, les uns végétaux, les autres animaux,

et comme on l'a dit plus haut, il y a désaccord entre les conclusions qu'en peuvent tirer le botaniste et le zoologiste.

MM. Lesquereux et Newberry, le premier surtout, se sont beaucoup occupés de la flore fossile et ont reconnu qu'elle a un faciès tout à fait tertiaire.

Par exemple, M. Lesquereux a déterminé trente espèces d'une localité appelée Point of Rocks, parmi lesquelles s'en trouvent 12 analogues ou identiques avec des espèces du Miocène d'Europe, 3 avec des espèces du Miocène arctique, 7 analogues à des formes de l'Éocène d'Europe et enfin 3 analogues à des plantes crétacées.

On arrive ainsi à la conclusion que la flore de Point of Rocks appartenait à une période intermédiaire entre l'éocène supérieur et le miocène, ce qui ne s'accorde guère avec celle que l'on tire de l'examen stratigraphique des localités ; cependant il ne faut pas perdre de vue le fait que dès son apparition, la flore terrestre américaine a un caractère propre, reconnaissable non-seulement dans des différences de types, mais encore dans leur priorité. Par exemple, l'on trouve aux États-Unis des types dévoniens dans le Silurien, des Lepidodendrons dans les couches inférieures du carboniférien, et le carbonifère inférieur contient un grand nombre de formes spécifiques considérées comme permiennes par les auteurs européens ; le trias américain est jurassique par ses cycadées, et le crétacé du Dakota Group est allié, par ses types, au Miocène et plus encore à la flore actuelle de ce pays. Par conséquent, la flore de Point of Rocks, sans être pour cela crétacée, peut parfaitement représenter la végétation tertiaire la plus ancienne au même titre que celles de Sézanne et Gelinden en Europe.

L'on a fait aux conclusions de M. Lesquereux l'objection que la botanique fossile ne peut servir à résoudre des questions d'âge de terrains. Nous ne pouvons reproduire ici la discussion de ce sujet par notre savant compatriote. Mais nous croyons qu'entre les mains d'un homme aussi compétent que M. Lesquereux, l'étude des plantes fossiles conduit à des résultats aussi dignes de confiance que celles des espèces animales.

Nous avons dit que la faune de ces dépôts a un cachet tout à fait crétacé ; en effet, les mollusques des couches inférieures et les reptiles des couches supérieures sont essentiellement caractéristiques de l'époque secondaire. Nous renvoyons le lecteur pour plus de détails sur ce sujet à l'analyse de l'ouvrage de M. Cope qui est placé en appendice de cet article. Bornons-nous à citer ses conclusions :

« J'ai fait plus haut une mention sommaire des opinions de MM. Lesquereux et Newberry basées sur l'étude de la flore éteinte. Le premier, comme on le sait, a déclaré la série tout entière *tertiaire* et quelques-unes des couches aussi récentes que le Miocène. Les matériaux sur lesquels est basée cette détermination sont abondants et elle doit être acceptée sans réserve. Je regarde comme tout aussi bien établie la conclusion tirée de l'étude des mollusques dans les couches inférieures et des vertébrés dans les dépôts supérieurs. Il n'y a par conséquent pas d'autre alternative que d'accepter ce résultat qu'une flore tertiaire était contemporaine d'une faune crétacée[1], établissant ainsi une succession ininterrompue de la vie à travers

[1] Par exemple les ossements d'un Dinosaurien (*Agathaumas sylvestris*) ont été trouvés mélangés avec les feuilles de plantes éocènes.

ce qui est regardé comme une des grandes lacunes de l'histoire du globe. L'apparition des mammifères et la soudaine disparition des reptiles est une preuve de migration plutôt que de création. Il ne faut pas oublier que les plus petits types de lézards et de tortues, ainsi que les crocodiles, se continuent sans grande modification de structure depuis le mésozoïque jusqu'au tertiaire. Les dinosauriens ont disparu de la terre chassés ou tués par les mammifères plus actifs et intelligents. Des reptiles herbivores, tels que l'*Agathaumas* et le *Cionodon*, avaient peu de chances de succès dans une concurrence avec des animaux bien armés, tels que le *Coryphodon* et le *Metalophodon*.

« Il paraît donc que les *dépôts de transition* de M. Hayden ne le sont pas seulement de nom, mais encore de fait et qu'il n'y a pas eu de catastrophe d'une grandeur suffisante pour amener une destruction complète de la vie à la fin de l'époque crétacée. »

Tels sont, dégagés des nombreux détails accumulés dans de volumineuses publications, les résultats auxquels sont arrivés les savants américains sur cette intéressante question. Quant à savoir si les dépôts qui ont fait l'objet de cette note sont tertiaires plutôt que crétacés, comme le veulent MM. Hayden et Lesquereux, ou le contraire, comme le pensent M. Cope et des géologues du Survey de M. Wheeler, cela a fort peu d'importance aux yeux des savants européens; l'essentiel, c'est la mise en lumière d'un fait que la nature des dépots en Europe n'a pas permis d'établir.

M. DELAFONTAINE.

APPENDICE

Les vertébrés des formations crétacées de l'Ouest

PAR M. E.-D. COPE.

Ce volume fait partie des publications importantes du *Geolog. and Geograph. Survey of the Territories* faites aux frais des États-Unis, sous la direction du prof. Hayden. C'est un in-quarto de trois cents et quelques pages avec cinquante-sept belles planches. Dans l'impossibilité où nous sommes d'analyser complétement un ouvrage de cette portée, nous nous contenterons d'en extraire quelques-uns des faits les plus intéressants. La partie troisième et dernière est un synopsis des vertébrés crétacés des États-Unis (New-Jersey, Far West, etc.) connus jusqu'à la date de la publication. Les espèces sont réparties comme suit :

Oiseaux	9		*Poissons :*		
Reptiles :			Percomorphi	1	
Dinosauriens	18		Persesoces	2	
Ptérosauriens	4		Isospondyli	43	
Crocodiliens	14		Haplomi	2	
Sauroptérygiens	13		Pycnodontes	1	
Chéloniens	48		Actinochiri	3	
Pythonomorpha	50	= 147	Holocephali	23	
			Elasmobranchii	22	= 97
			Total général :	253 esp.	

La majeure partie provient du terrain crétacé (dépôts 2 à 6). Les couches les plus inférieures (n° 1) seules paraissent ne pas contenir de vertébrés.

De tous les reptiles, un seul était terrestre; quatre étaient volants et les autres marins.

Les représentants du genre *Elasmosaurus* avaient un long cou serpentiforme, une tête en pointe de flèche, un corps massif de proportions éléphantines et une queue de serpent. Les membres étaient probablement des rames comme celles du Plesiosaurus. Dans l'espèce *E. platyurus* le cou mesurait 22 pieds sur une longueur totale de 50 ; cet animal était carnivore.

Le *Polycotylus latipennis* avait aussi le cou excessivement grêle et la queue plutôt épaisse ; ses nageoires étaient longues de quatre pieds.

L'ordre le plus abondamment représenté dans les mers du Kansas, du New-Jersey et de l'Alabama, était celui des Pythonomorphes ou serpents de mer. C'étaient des reptiles dont les formes, la queue surtout, étaient très-allongées; la tête était large, aplatie et conique, avec des yeux dirigés en partie en haut ; ils avaient deux paires de nageoires comme celles de la baleine; leur bouche était garnie de quatre rangées de dents formidables. Ils avalaient leur proie entière, comme les serpents, ce qui était rendu possible par la structure de leur mâchoire inférieure, dont chaque branche se composait de deux moitiés s'articulant ensemble de manière à permettre un mouvement semblable à celui que ferait un homme en étendant ses bras en avant, les mains presque jointes, et ensuite éloignant les coudes l'un de l'autre. L'élargissement de la mâchoire qui en résultait ramenait la proie en arrière et la faisait avancer dans le pharynx. Les *Mosasaurus, Liodon* et *Platecarpus* appartiennent à cet ordre. Le *Liodon proviger* n'avait pas moins de 75 pieds anglais de long; son museau se prolongeait en avant comme ce-

lui de certains esturgeons. Le *Liodon dyspelor* était probablement le plus long des reptiles connus, égalant sous ce rapport les plus grosses baleines de nos mers. Les *Clidastes* étaient plus petits que les Liodons, mais leur corps présentait une grande flexibilité et une forte résistance à la dislocation par suite de facettes articulaires additionnelles aux vertèbres. Un individu a été trouvé enroulé sur lui-même comme un serpent, avec sa tête au centre, dans sa position naturelle.

Les tortues aussi ont fourni à M. Cope des sujets d'observation très-intéressants. Mentionnons, par exemple, une espèce gigantesque, la *Protostega gigas*, mesurant environ 13 pieds anglais depuis l'extrémité du museau jusqu'à la fin de la carapace, cette dernière seule ayant 9 pieds 10 pouces de longueur avec une largeur de 3 pieds. Ce Protostega appartient au même groupe que le *Sphargis* des mers actuelles, c'est-à-dire que sa carapace n'était pas solide, les côtes ne se soudant pas; mais l'animal était recouvert de grandes plaques dermales aux bords profondément dentelés.

Les requins, si abondants dans l'Est, sont plus rares dans la région des Montagnes Rocheuses; mais en revanche, les eaux pullulaient de poissons très-voraces, voisins des Saumons et des Scomberesoces. Le plus abondant et peut-être le plus formidable de tous avait la tête de quelques pouces plus longue que celle d'un gros ours et les mâchoires plus profondes relativement à leur longueur; le museau était plus court que celui d'un bouledogue; les dents étaient très-aiguës, cylindriques, lisses, de diverses grandeurs; certaines d'entre elles dépassaient les gencives de trois pouces et étaient plantées à un pouce de profondeur dans l'alvéole, égalant ainsi en longueur,

non en diamètre, les canines du tigre. Deux paires de ces dents se croisaient de chaque côté de l'extrémité du museau. Ce poisson est décrit par M. Cope sous le nom de *Portheus molossus*.

L'ouvrage de M. Cope sur les Vertébrés crétacés des territoires forme avec les monographies de M. Leidy sur les espèces tertiaires et les notices de M. Marsh sur divers groupes de mammifères, d'oiseaux, une des contributions les plus importantes à la connaissance des faunes vertébrées du globe. Comme nous l'avons déjà dit dans un article antérieur, les animaux dont les restes sont enfouis dans les couches du Far West présentent tant de formes de transition entre les groupes actuellement vivants qu'ils rendent de plus en plus probable la doctrine de l'évolution graduelle des êtres. La science est doublement redevable aux savants américains, car ils l'enrichissent d'un grand nombre de faits précieux, et ils recueillent ces faits au milieu de grandes fatigues et de dangers sérieux dans des contrées lointaines et encore en grande partie désertes.

M. D.

RÉFLEXION SPÉCULAIRE

SUR DES

CYLINDRES A PETITE SECTION

TANGENTS A DES SURFACES

ET APPLICATION A LA THÉORIE DE L'ÉCLAIREMENT DES CHEVEUX

PAR

M. LUCIEN DE LA RIVE

Ayant remarqué qu'il n'est pas possible de se rendre compte de la réflexion spéculaire sur une surface recouverte de cheveux, si l'on ne tient compte que de la forme de la surface, j'ai cherché quelles devaient être les conséquences de la forme cylindrique des cheveux. Il résulte, comme on le verra des considérations qui suivent, qu'effectivement une surface recouverte de cylindres présente d'autres points brillants que ceux de la surface elle-même.

Condition à laquelle doit satisfaire la direction de l'axe d'un cylindre pour qu'il présente une arête de réflexion spéculaire.

Je suppose que le cylindre présente une arête brillante. Soit M (fig. 1) un point de cette arête; ML la direction du rayon lumineux, MV la direction du rayon visuel. J'admets ici, ainsi que dans ce qui suivra, que les deux directions ML et MV sont constantes, ce qui revient à admettre que tous les points considérés sont à des distances respectives très-petites par rapport aux distances

du point lumineux et de l'œil à ces mêmes points. Soit MD la bissectrice de l'angle VML, que pour simplifier j'appelle *directrice.* La normale à la surface du cylindre au point M coïncide avec la directrice; d'autre part, l'axe du cylindre étant perpendiculaire à la normale se trouve dans un plan perpendiculaire à la directrice que j'appelle *plan directeur.* Cette condition est nécessaire et, en second lieu, elle est suffisante ; en effet, soit AA′ (fig. 2) un axe satisfaisant à cette condition ; par un point quelconque O, je mène une parallèle à la directrice ; étant perpendiculaire à AA′, cette ligne est un rayon de la section du cylindre et par conséquent la normale au point où elle coupe la surface du cylindre.

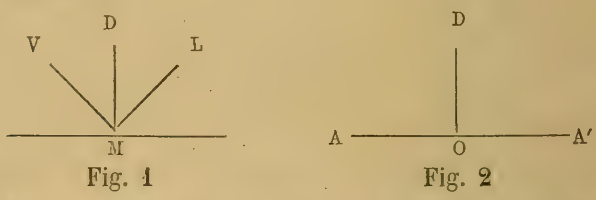


Fig. 1 Fig. 2

Ainsi, la condition nécessaire et suffisante pour qu'un cylindre présente une arête brillante est que son axe se trouve dans le plan normal à la bissectrice de l'angle des rayons visuels et lumineux, ou plan directeur.

Cette condition étant déterminée, je cherche ce qu'elle implique quant à la situation respective de l'axe et des rayons lumineux et visuels.

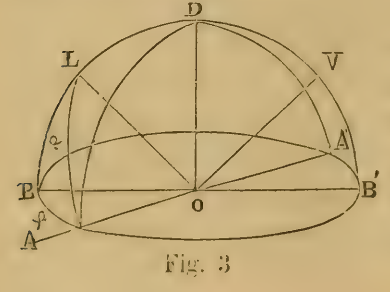


Fig. 3

Soit AA′ (fig. 3) l'axe, OD la directrice, OL et OV les rayons. BB′ est l'intersection du plan directeur par le plan LOV. Sur une sphère ayant son centre

en O, je trace des grands cercles : ADA′, BDB′, ABA′B′, LA et VA′. Les deux triangles sphériques LAD et VA′D sont égaux, égalité qui implique celle des deux arcs LA et VA′. Ainsi le rayon lumineux et le rayon visuel font avec l'axe des angles égaux. Désignons cet angle par α; soit ω l'angle des deux rayons et φ l'angle BA qui mesure l'angle dièdre des plans DOA et DOB.

Dans le triangle BAL, on trouve

$$\cos \alpha = \sin \frac{\omega}{2} \cos \varphi$$

Étant donnée une valeur de ω, il faut pour qu'une certaine valeur donnée à α satisfasse à l'équation ci-dessus que $\cos \alpha$ soit compris entre les deux limites que l'on obtient en faisant $\varphi = 0$ et $\varphi = \frac{\pi}{2}$, c'est-à-dire entre $\pm \sin \frac{\omega}{2}$, ou qu'$\alpha$ ait une valeur intermédiaire entre $\frac{\pi}{2} - \frac{\omega}{2}$ et $\frac{\pi}{2}$. L'angle α doit donc être plus grand que le complément de la moitié de ω. Il ne peut donc se trouver d'axes de cylindres brillants qu'à partir d'une certaine distance angulaire du rayon visuel.

Cylindres tangents à une sphère.

Je considère une sphère recouverte de cylindres qui lui sont tangents et dont la section est très-petite par rapport au rayon de la sphère. Il en résulte que ces cylindres peuvent s'entre-croiser sans que pour cela la courbe de leur axe cesse sensiblement d'être tangente à la sphère. Des cheveux appliqués sur une surface sphérique réalisent cette disposition des cylindres.

Sur un point quelconque de la surface, pour qu'un

cylindre soit brillant, il faut et il suffit que l'élément de sa courbe soit dans le plan directeur.

Au point où la sphère elle-même a son point brillant, le plan tangent coïncide avec le plan directeur et, par conséquent, tous les cylindres, quelle que soit la direction de leur axe, sont brillants.

En un autre point de la surface, la courbe du cylindre doit être tangente au cercle qui est l'intersection de la sphère par le plan directeur. Si le cylindre, en particulier, est dirigé suivant ce cercle, il sera brillant tout entier.

Cylindres disposés en grands cercles ayant un même pôle.

C'est la disposition naturelle des cheveux sur le sommet de la tête, et c'est celle que l'on voit souvent conservée telle quelle sur les têtes d'enfants.

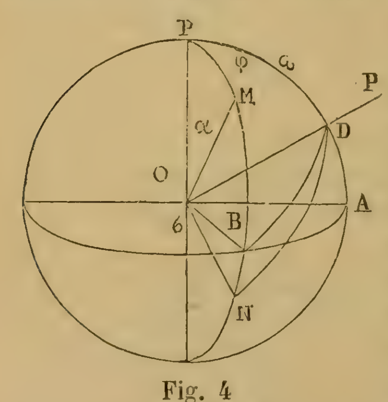


Fig. 4

Soit P (fig. 4) le pôle des grands cercles; OD la directrice; le point D sur le cercle PO est brillant. Soit ω l'angle PD et α l'angle PM. Je considère un cercle PB faisant un angle dièdre φ avec le cercle PA et je suppose que le point M soit un point brillant. Il faut que la tangente en M au cercle PM soit perpendiculaire à la directrice.

Le rayon ON perpendiculaire à OM est parallèle à la tangente au point M; il faut donc que l'arc ND soit droit.

Dans le triangle NBD

$$\cos ND = \cos \alpha \cos BD + \sin \alpha \sin BD \cos NBD$$

$$NBD = \frac{\pi}{2} + DBA \quad \cos NBD = -\sin DBA$$

Dans le triangle rectangle DBA, $\sin BD = \frac{\cos \omega}{\sin DBA}$ ou

$$\sin DBA = \frac{\cos \omega}{\sin BD}$$

$$\text{et } \cos BD = \cos \varphi \sin \omega$$

En égalant à O cos ND on a :

$$0 = \cos \alpha \cos \varphi \sin \omega - \sin \alpha \cos \omega$$
$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \omega \cos \varphi$$

Il faut faire varier φ de $-\frac{\pi}{2}$ à $+\frac{\pi}{2}$

La courbe tracée sur la sphère par les points brillants est symétrique par rapport au plan PA, puisque la valeur de $\operatorname{tg}\alpha$ est la même pour $+$ et $-\varphi$.

α est maximum pour $\varphi = 0$ et minimum pour $\varphi = \frac{\pi}{2}$ valeur pour laquelle $\alpha = 0$.

La courbe passe donc par le pôle P et elle s'en écarte le plus sur le méridien correspondant à la directrice ou, ce qui revient au même, au point brillant de la sphère.

Dans le cas où $\omega = 0$, la courbe se réduit au point brillant.

Dans le cas où $\omega = \frac{\pi}{2}$, la courbe devient le cercle équatorial du pôle P.

Ces diverses conséquences se vérifient sur une sphère recouverte de cheveux partant tous d'un même pôle.

Cylindres tangents à un cylindre.

Au lieu de la sphère, je considère un cylindre auquel

les cylindres sont tangents; c'est la disposition que présentent des cheveux enroulés en boucles cylindriques.

1° Cas où le cylindre présente une arête brillante.

En un point quelconque de l'arête brillante, un cylindre, quelle que soit sa courbe, se trouve dans le plan directeur et devient, par conséquent, brillant. En un autre point de la surface, la courbe du cylindre doit être tangente à l'arête, qui est l'intersection de la surface par le plan directeur en ce point; tout cylindre dirigé suivant une arête sera complétement brillant.

2° Cas où le cylindre ne présente pas d'arête brillante.

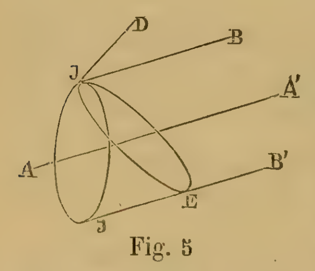


Fig. 5

Je considère le plan (fig. 5) passant par l'axe du cylindre et par la directrice. Il coupe le cylindre suivant deux arêtes IB, I'B'. Je mène un plan perpendiculaire à la directrice; il coupe le cylindre suivant une ellipse IE. Ce second plan étant le plan directeur, tout cylindre tangent à l'ellipse est lumineux. Aux points I et E la tangente à la section droite du cylindre coïncide avec la tangente à l'ellipse. Par conséquent, dans le cas de cylindres enroulés circulairement sur la surface cylindrique, celle-ci présente deux arêtes lumineuses. Ces arêtes sont l'intersection du cylindre par un plan passant par l'axe et la directrice.

Des deux arêtes, l'une correspond au cas où le cylindre est vu extérieurement, l'autre à celui où il est vu intérieurement, comme cela peut arriver pour les boucles de cheveux.

Cylindres enroulés à la surface cylindrique suivant une hélice.

La tangente à une hélice fait avec l'axe du cylindre un angle constant; en désignant par h le complément de cet angle tg. $h = \frac{H}{2\pi R}$ H étant la hauteur du pas de l'hélice et R le rayon du cylindre.

D'après ce qui précède, il s'agit de déterminer en quel point de l'hélice, sa tangente est perpendiculaire à la directrice.

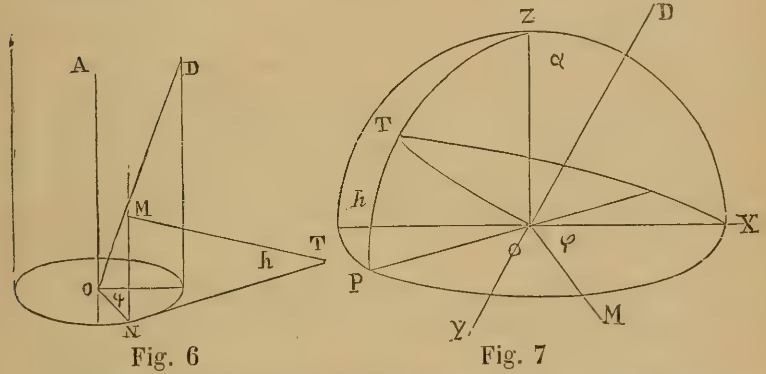


Fig. 6 Fig. 7

OA est l'axe du cylindre (fig. 6); OD la directrice. Je considère le point M de l'hélice déterminé par l'angle dièdre φ du plan AOM avec le plan AOD; la tangente au point M est la ligne MT dans un plan perpendiculaire au plan OM et faisant avec TN l'angle h.

Je considère un système d'axes de coordonnées rectangulaires (fig. 7). OZ est l'axe du cylindre. OX est dans le plan AOD. La tangente au point M est dans le plan ZP perpendiculaire au plan ZM et l'angle TP est donné par h; dans le triangle sphérique rectangle TPX :

$$\cos TX = \cos\left(\frac{\pi}{2} + \varphi\right) \cos h = - \sin \varphi \cos h$$

En second lieu cos TZ $=$ sin h.

D'autre part, la directrice fait avec les axes les angles

$$\frac{\pi}{2}-\alpha,\ \alpha \text{ et } \frac{\pi}{2}$$

donc $\cos \mathrm{TOD} = -\sin\varphi \cos h \sin\alpha + \sin h \cos\alpha$.

Pour que le point M satisfasse à la condition d'être brillant, il faut que cos TOD $= 0$, ce qui donne :

$$\sin\varphi = \frac{\operatorname{tg} h}{\operatorname{tg}\alpha}$$

Pour que l'hélice donne lieu à une arête brillante, il faut donc que

$$h < \alpha$$

En changeant le signe de h, on obtient une valeur égale et de signe contraire. φ augmente quand α diminue et devient $\frac{\pi}{2}$ pour $\alpha = h$ et 0 pour $\alpha = \frac{\pi}{2}$.

Ces résultats se vérifient sur un cylindre disposé de la manière suivante :

La partie 1 est couverte de cheveux roulés suivant la section droite, 2 est recouverte de papier noir luisant, et 3 est recouverte de cheveux en hélice, 4 de cheveux en hélice de sens contraire. Quant l'axe du cylindre est dans le plan directeur, il présente une arête brillante continue d'un bout à l'autre. Si on le place hors du plan directeur, l'arête brillante s'éteint sur 2, tandis qu'elle persiste sur les portions recouvertes de cheveux. En outre, les arêtes brillantes sur 1, 3 et 4 ne se trouvent plus dans le prolongement les unes des autres;

elles sont sur 3 et sur 4 de part et d'autre et à des distances angulaires égales de l'arête sur 1.

Résumé.

Je résume, comme suit, les conséquences de ces considérations géométriques pour l'éclairement des cheveux. L'expression de *cheveu brillant* désigne un cheveu qui donne lieu à la réflexion spéculaire.

1° Pour qu'un cheveu soit brillant, il faut et il suffit qu'il se trouve dans le plan directeur.

2° Sur une surface sphérique recouverte de cheveux :

a) Tous les cheveux passant par le point brillant de la sphère, sont brillants.

b) Tout cheveu dirigé en un de ses points, suivant un cercle perpendiculaire à la directrice, est brillant en ce point.

c) Quand les cheveux sont disposés suivant des grands cercles partant d'un même point, la surface présente une ligne brillante continue formée par deux courbes identiques qui joignent le point de concours des cheveux au point brillant de la sphère.

3° Sur uue surface cylindrique recouverte de cheveux :

a) Si l'axe du cylindre est dans le plan directeur, tous les cheveux passant par l'arête brillante sont brillants.

b) Lorsque les cheveux sont enroulés suivant la section droite du cylindre, quelle que soit la position du cylindre, il présente une arête brillante dans le plan de l'axe et de la directrice.

c) Lorsque les cheveux sont enroulés suivant une hélice, quelle que soit la situation du cylindre, il se produit

en général une arête brillante à moins que le pas de l'hélice ne soit très-grand ou l'angle du rayon lumineux et de l'axe très-petit. Si l'hélice change de sens, l'arête brillante se transporte de l'autre côté du plan de l'axe et de la directrice.

N.B. — Je n'ai pas tenu compte du fait que des cylindres juxtaposés sur une surface se portent ombre les uns sur les autres et peuvent, dans certains cas, intercepter le rayon visuel aboutissant aux cylindres voisins.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES SUISSES

Il y a, maintenant, bien des années qu'il n'a pas été rendu compte dans ces *Archives* de l'important recueil d'observations météorologiques suisses qui se publie à Zurich, sous la direction de M. le professeur Rodolphe Wolf, directeur de l'Observatoire fédéral établi en cette ville. Ma dernière Notice sur ce sujet a paru dans le cahier de janvier 1870 de notre journal.

La publication régulière de ces observations a continué dès lors dans le même format in-4° et sous la même direction. L'année actuelle est la treizième de cette précieuse collection.

Il y a des stations où les observations ont cessé par l'effet de circonstances diverses, mais la plupart des anciennes et des plus importantes sont encore en activité, quelquefois avec changement de personnel, et il y en a passablement de nouvelles, de sorte que le tableau général des moyennes de mois inséré à la fin des observations de 1874 comprend encore 66 stations, rangées par ordre alphabétique. On n'y trouve plus celles de Frutigen, de Soleure, et on n'y voit pas encore figurer St-Moritz, Samaden, Wasen, Faido, Biasca, Bellinzone, Zuz, Locarno et le Mont-Cenere, où l'on en a établi récemment.

A partir de l'année 1875, la douzième du Recueil, on ne trouve plus l'indication des observations journalières que

pour une quinzaine de stations principales, comprenant les villes munies d'observatoires, les stations élevées et quelques autres localités spéciales. Elles sont publiées par cahiers, comprenant à la fois trois mois d'observations faites trois fois par jour.

D'autres cahiers sont consacrés aux moyennes mensuelles et annuelles pour toutes les stations, à quelques travaux spéciaux et à des recueils d'observations plus anciennes dans un certain nombre de stations. Ainsi M. Wolf annonce que M. Frédéric Henzi de Berne s'occupe d'un travail relatif aux anciennes séries d'observations faites à Genève, et que la partie relative aux années comprises entre 1796 et 1822 est déjà prête à être publiée.

M. Robert Billwiller est chargé actuellement, sous la direction de M. Wolf, du travail principal de la publication de ce recueil, avec l'aide de MM. Matzinger et Fluck pour les réductions et corrections. Les employés visitent de temps en temps quelques-unes des stations, soit pour s'assurer que les instruments sont en bon état dans les anciennes, soit pour en installer de nouvelles.

Le Recueil général est envoyé par le bureau central à un très-grand nombre d'observatoires, d'académies et d'institutions scientifiques, en échange de leurs propres publications.

M. Wolf a joint au préambule du volume relatif aux observations de 1874, préambule publié seulement en août 1876, un court mémoire rédigé par M. Billwiller, sur les chutes extraordinaires de pluie qui ont eu lieu en Suisse en juin 1876, et je vais en présenter ici un résumé succinct.

On sait que la partie orientale de la Suisse est celle où ces pluies ont été les plus fortes, et ont occasionné de ter-

ribles inondations dans quelques districts des cantons de Zurich, Thurgovie, Argovie, Appenzell et St-Gall.

Cet événement désastreux en rappelle un autre du même genre, non moins funeste, savoir les énormes chutes de pluie des derniers jours de septembre et des premiers d'octobre 1868, dans les cantons d'Uri, de Glaris, du Valais, des Grisons et du Tessin, sur lesquelles ma Notice de janvier 1870 contient quelques détails.

M. Billwiller commence son mémoire par le relevé des quantités d'eau de pluie ou de neige qui sont tombées dans chacun des six premiers mois de 1876, en douze des stations principales du réseau suisse. Le mois de janvier est celui où il y en a eu le moins; mais à partir de février, il y en a eu sensiblement plus que la moyenne. Le maximum a eu lieu à Zurich, où il en est tombé, en six mois, 1276 millimètres, au lieu de 495 qui est la quantité moyenne. Lugano, en Tessin, et Affoltern, canton de Berne, ont eu des chutes respectives de 1149 et de 1085 millimètres, tandis que Genève et Bâle n'en ont eu que de 468 et 449.

Le baromètre a été généralement, dans ces stations, plus bas de quelques millimètres qu'il ne l'est en moyenne dans la première moitié de l'année.

C'est du 10 au 12 juin qu'ont eu lieu les plus fortes pluies, et M. Billwiller a tracé en vert, sur une carte de Suisse, les courbes correspondant aux parties du pays où la quantité d'eau tombée, dans ces trois jours, a été respectivement de 50, 100, 150, 200, 250 et 300 millimètres. La courbe de 250 forme un ovale vert, comprenant Zurich, Winterthour, Frauenfeld, Kreutzlingen, Rorschach, St-Gall et Trogen. Lugano et le Grand-St-Bernard sont sur des courbes partielles, la première de

100 millimètres, la seconde de 50, tandis qu'à Genève il n'est tombé que 25 millimètres d'eau dans ces trois jours. Berne et Soleure sont comprises dans la courbe de 100 millimètres, Schaffhouse dans celle de 150, Lucerne et Schwytz dans celle de 200; Zoug en a eu 246, tandis que la chute des pluies n'a été que de 60 à Bâle.

M. Billwiller remarque que la pluie de ces trois jours de juin n'a pas, en général, été très-abondante sur les hautes sommités de la Suisse, ce qui a donné moins d'extension à ses ravages. Ce sont les rives de la Murg, de la Töss et de la Thur qui ont le plus souffert; et de nombreuses souscriptions de la Suisse et de l'étranger sont heureusement venues, comme en 1868, au secours de leurs habitants. Alfred Gautier.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

Résultats des observations météorologiques a l'Observatoire de Berne et dans les stations forestières en 1875 (1 vol. in-4° de 226 et 40 pages).

Il a paru, dans le N° d'août 1875 de nos *Archives*, une courte Notice sur les observations météorologiques faites à l'Observatoire de Berne en 1873 et 1874, sous la direction de M. le professeur A. Forster.

Le volume actuel est relatif à celles de l'année 1875.

M. Forster y annonce d'abord, avec une grande satisfaction, que le gouvernement bernois a définitivement adopté la conversion de l'Observatoire actuel de Berne en un établissement plus complet, spécialement destiné à la physique terrestre, et qu'il appelle *Observatoire Tellurique*. Il en renvoie la description à une autre époque, mais on peut présumer que cet établissement aura de grands rapports avec le *Bernoullianum* actuel de l'Université de Bâle. Le coût de ce nouvel Observatoire a été porté à 225,000 francs. Le bâtiment est déjà en construction, et on peut espérer qu'il sera sous toit dès l'automne de cette année 1876.

Les instruments météorologiques enregistreurs dont était déjà pourvu l'ancien Observatoire ont été, depuis le 22 mars de cette année, transportés provisoirement dans les bâtiments de l'École supérieure (Hochschule) sans qu'il y ait eu interruption dans les observations, grâce à la double série existante d'instruments enregistreurs.

En prévision de ce transport, il a été fait pendant un an et

demi des observations thermométriques, soit à l'ancien Observatoire, soit à l'Institut de physique, pour pouvoir estimer la correction de réduction de l'un à l'autre des locaux,

Les observations directes ont été faites en 1875 à 7 h. du matin et à 9 h. du soir par M. W. Hiepe, adjoint à l'Institut de physique, et celles de 1 h. de l'après-midi par Mlle M. Freudiger, qui, depuis 1874, a été chargée aussi de relever les données des instruments enregistreurs, et s'en acquitte avec intelligence et régularité.

L'année météorologique 1875, commencée en décembre 1874, a été assez froide et pluvieuse à Berne, et elle a eu ainsi une influence fâcheuse sur les récoltes, tant en quantité qu'en qualité.

Le mois de décembre 1874 a été particulièrement froid et le *minimum* annuel y a été, le 9 du mois, de —16°,1 du thermomètre centigrade. Le mois de janvier suivant a été doux au contraire, tandis que les mois de février à avril ont été assez froids. Mai a été chaud, juillet froid et pluvieux. C'est en août, le 18, qu'a eu lieu le *maximum* de température annuel de 31°,8. Le mois de septembre a été chaud et octobre froid. La moyenne de l'année a été de 8°,226, et la quantité d'eau de pluie et de neige de 1340 millimètres, tombés en 158 jours, particulièrement en été.

Comme 1875 constitue la 12me année des observations horaires à Berne avec les instruments enregistreurs, M. Forster a désiré rechercher les valeurs normales qui en résultent ; et il a obtenu de M. le conseiller Bodenheimer un crédit suffisant pour confier à M. l'ingénieur A. Benteli le travail du calcul des températures de 5 en 5 jours consécutifs, ou *Pentades*, pendant ces 12 années, pour en déduire, d'après la formule de Bessel, les températures normales qui y correspondent.

Il y avait une seule lacune dans cette série de 12 années, savoir les 3 mois compris entre le 31 janvier et le 31 mars 1871, dans l'intervalle entre les directions de l'Observatoire exercées par MM. Wild et Forster. Ce dernier y a suppléé,

en prenant pour ces 3 mois les observations de la station bernoise d'Affoltern, et y appliquant une correction additive de 0°,8.

Je n'entrerai pas ici dans le détail du travail considérable de M. Benteli. Je dirai seulement qu'il a calculé 4 termes de la formule de Bessel pour les 73 pentades, et en a comparé les résultats avec ceux de l'observation directe, soit en employant ces 4 termes, soit en n'en prenant que 3 comme on le fait assez généralement. Il y a un peu plus d'accord dans le premier cas, mais la différence est petite. La température moyenne annuelle qui en résulte est de 8°,2215.

En adoptant les 4 termes de la formule.

le *maximum* de température est à Berne de 18°,25 pentade du 25 au 29 juillet,

le *minimum* de température est à Berne de — 2°,306 du 28 au 31 décembre.

Ce qui donne pour amplitude 20°,561 ;

elle serait seulement de. . . . . 20,165 en ne prenant que 3 termes de la formule.

M. Forster a comparé ces résultats avec ceux obtenus dans 14 autres stations suisses, dont les températures normales sont connues par le calcul des 3 premiers termes de la formule.

J'en rapporterai seulement ici quelques-uns :

au St.-Bernard le *maximum* est de 6°,40 pentade du 30 juillet au 3 août,

au St.-Bernard le *minimum* « — 9°,08 » du 26 au 30 janvier.

Amplitude 15°,48

	à Neuchâtel	Zurich	Genève	Bâle	Lugano
Maximum	19°25	18°81	18°,81	19°,02	21°,88
Minimum	—0°,40	—0°,95	—0°,52	0°,01	1°,42
Amplitude	19°,65	19°,76	19°,33	19°,01	20°,46

Ces derniers chiffres se rapportent seulement aux moyennes des 10 années 1864 à 1873, et en général aux pentades

du 20 au 24 juillet pour le *maximum*, et des premiers jours de janvier pour le *minimum*.

M. Forster a inséré, dans son mémoire, un tableau de la courbe graphique de la température moyenne de 5 en 5 jours à Berne, résultant des 12 années 1864 à 1875, soit par l'observation directe, soit par le calcul de la formule; un autre tableau représente les oscillations de la température à Berne en 1875. L'auteur se propose d'appliquer ultérieurement ses recherches aux autres éléments météorologiques.

Le volume actuel contient l'ensemble des observations horaires journalières pour 1875, résultant des instruments enregistreurs, telles qu'elles paraissent aussi dans le Recueil central de Zurich, ainsi que leurs valeurs mensuelles et annuelles pour cette même année. On y trouve de plus en *Appendice* 1° les observations météorologiques très-détaillées de 1875, exécutées dans les 3 stations forestières d'Interlaken, de Berne et de Porrentruy; 2° les observations climatologiques et phénologiques de la même année, exécutées dans un grand nombre d'autres stations forestières du canton de Berne.

J'ai publié dans le cahier de septembre 1875 des *Archives* (t. 54, p. 91), une annonce succincte de cet *Appendice* relatif à l'année 1874. Ces travaux sont dirigés par M. Fankhauser, inspecteur général des forêts du canton de Berne. Ils ont commencé en 1869, et au bout d'un certain nombre d'années on pourra en déduire des résultats fort intéressants pour la science agronomique. A. G.

Dr J. Pelletan. Le microscope, son emploi et ses applications. In-8°. Paris, G. Masson.

L'ouvrage que nous annonçons est, comme l'auteur le dit dans la préface, analogue jusqu'à un certain point au traité anglais de Carpenter (*The microscope and its revelations*). Il est destiné à la fois aux savants et aux gens du monde. La

première partie est consacrée à la technique du microscope: les descriptions des différentes parties de l'instrument et des accessoires et de leur jeu, sont très-claires et suffisantes pour la plupart des personnes qui ne se proposent pas d'étudier d'une manière spéciale la théorie des instruments d'optique. Le chapitre des objectifs qui contient en particulier un paragraphe intéressant sur les objectifs à quatre lentilles mérite d'être signalé.

Les trois autres parties de l'ouvrage, consacrées aux applications du microscope à l'histologie, à la botanique et à la zoologie, sont d'une lecture facile, mais elles n'en sont pas moins très-sérieusement travaillées au point de vue scientifique.

CHIMIE.

VICTOR MEYER. NOUVELLE MÉTHODE POUR LA DÉTERMINATION DE LA DENSITÉ DE VAPEUR DES CORPS A POINT D'ÉBULLITION ÉLEVÉ. (*Bericht ed. deutsch. Chem. Gesellschaft zu Berlin*, IX, p. 1216).

La méthode de M. Meyer présente sur celle de M. Dumas le grand avantage d'employer beaucoup moins de substance; les recherches qu'il a faites jusqu'à présent l'ont été à la température d'ébullition du soufre. Il est clair qu'on ne peut pas lire des mesures de volume au travers de la vapeur opaque du soufre, ni employer le mercure pour remplir l'appareil. Le procédé consiste à vaporiser la substance dans une ampoule remplie d'une substance non volatile et à calculer le volume de vapeur obtenu au moyen du poids de la substance minérale qui remplissait le ballon et qui en a été expulsée au moment de la volatilisation de la substance en expérience.

M. Meyer se sert de l'alliage de Wood (15 parties de bismuth, 8 de plomb, 4 d'étain et 3 de cadmium); cet alliage fond au-dessous de 70°, et par conséquent il est presque aussi commode à manipuler que du mercure, de plus il n'est

attaqué que par fort peu de substances organiques et peut se purifier facilement.

Si l'on a un ballon renfermant la substance en expérimentation, 0,05 gr. environ, et rempli entièrement de l'alliage à la température de 100°, et qu'on le place dans un bain de soufre qu'on porte à l'ébullition, la quantité de métal qui s'échappe dépend, 1° de la dilatation du métal dans un ballon de verre lorsqu'on le porte de 100° à 444°, et 2° du volume de la vapeur produite par la volatilisation de la substance. Si donc on a calculé une fois pour toutes la dilatation de chaque gramme de l'alliage lorsqu'on le porte de 100 à 440° et le poids spécifique de l'alliage à 444°, on calcule facilement la densité de la vapeur en connaissant, 1° le poids de la substance employée, 2° le poids total de l'alliage remplissant le ballon, 3° le poids du métal qui s'en est écoulé lorsque la température a atteint 444°, 4° la température qui est toujours 444° et enfin la hauteur du baromètre.

M. Meyer a trouvé que chaque gramme d'alliage, lorsqu'il est porté de 98° à 444°,2 (température d'ébulition de l'eau et du soufre pour Zurich) perd 0,036 gr., et que 1 gramme de l'alliage de Wood à 444° occupe en volume 0,1092 ^{cc}.

Pour prendre la densité d'une substance, on l'introduit dans un tube qui doit être assez petit pour être entièrement rempli, on pèse le tube d'abord vide puis plein, on l'introduit dans une ampoule d'environ 25^{cc} de capacité; cette ampoule se termine d'un côté par une pointe effilée, et de l'autre par un tube de 6-7^{mm} d'ouverture, long d'environ 67^{mm}. Ce tube est recourbé dans le sens de la pointe et la dépasse un peu. L'ampoule est ensuite pesée avec le petit tube renfermant la substance sur une balance trébuchant au décigramme, puis remplie avec l'alliage qui doit être auparavant traité par la benzine et l'alcool, puis par l'eau et enfin séché à 150°. On ferme à la lampe la pointe effilée, lorsqu'il ne reste plus d'air dans l'ampoule, puis on suspend le tout dans un vase renfermant de l'eau bouillante; après quelques minutes d'ébullition, on retire l'appareil, on l'essuie et

le pèse encore chaud ; si l'on attendait trop longtemps ($^3/_4$ d'heure), la dilatation de l'alliage en se refroidissant ferait casser l'ampoule ; enfin on chauffe dans la vapeur de soufre. A cet effet Meyer se sert d'un creuset en fer d'une capacité d'environ 400^{cc}, muni d'un couvercle fendu suivant un rayon, ce qui permet de laisser passer un fort fil de fer supportant l'ampoule. Au bout de 20 minutes environ le soufre bout et sa vapeur s'enflamme, on prolonge l'ébullition encore quelques minutes, puis on éteint le gaz, retire le couvercle et enfin l'ampoule.

La pression de la vapeur dans l'ampoule est égale à la pression atmosphérique accusée par le baromètre, augmentée de la pression due à la différence de niveau de l'alliage dans le tube et dans l'ampoule, aussi faut-il marquer de suite sur l'ampoule la hauteur du métal, ce qui se fait au moyen d'une pointe de verre recouverte d'un peu de cire à cacheter qui laisse une tache durable ; après les pesées on mesure en millimètres la hauteur de la colonne métallique. Le chiffre obtenu doit être multiplié par $^2/_3$ et additionné aux millimètres de mercure du baromètre parce que le poids spécifique du métal est à celui du mercure comme 2 est à 3. L'ampoule refroidie à 100° environ est essuyée puis pesée.

On a densité rapportée à l'air $= \dfrac{S.\ 14146000}{(a - 0{,}036.b)\ (P + \frac{2}{3}\, p)}$

S est le poids de la substance employée ; b le poids total de l'alliage, a le poids de l'alliage qui s'est écoulé pendant l'expérience, P la hauteur du baromètre, p la hauteur de la colonne métallique au-dessus du niveau de l'alliage dans l'ampoule à 444° ; 0,036 est le coefficient de dilatation de l'alliage et $^2/_3$ le rapport des poids spécifiques de l'alliage et du mercure.

On arrive à cette formule en considérant que :

la densité $= \dfrac{S.\ 760\ (1 + 0{,}003665.\ 444°{,}2)}{V.\ D.\ 0{,}001293}$

V est le volume de la vapeur, D la pression barométrique et 0,001293 le poids de 1^{cc} d'air à 0°, et 760^{mm} de pression, mais il est clair que $V = 0{,}1092\,(a - 0{,}036\,b)$

0,1092 c. étant le volume d'un gr. d'alliage à 444°,2

et $D = P + {}^2/_3\,p$ d'où

$$\text{Densité} = \frac{S.\ 760\ (1 + 0{,}003665.\ 444^\circ{,}2)}{0{,}1092\ (a - 0{,}036.\ b)\ P + \frac{2}{3}\ p)\ 0{,}001293}$$

d'où en calculant les constantes on obtient

$$\frac{S.\ 14146000}{(a - 0{,}036.\ b)\ (P + \frac{2}{3}\ p)}$$

Cette méthode donne des résultats très-exacts, et avec un peu d'habitude on peut faire toute l'expérience en moins de 2 heures. Le métal qui est tombé dans le creuset peut être facilement récupéré en chauffant de manière à ramollir seulement le soufre, en renversant alors le creuset l'alliage s'écoule; le soufre l'attaque à peine, et après un traitement par l'alcool il peut être de nouveau employé. E. A.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Félix Plateau. — Recherches sur les phénomènes de la digestion et sur la structure de l'appareil digestif chez les Myriapodes de Belgique. (*Mém. de l'Académie royale de Belgique*, t. XLII, 1876). Extrait par l'auteur.

Le mémoire actuel est une suite naturelle à mes *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les insectes* publiées en 1874[1]. Il fait partie d'une série de travaux entrepris à peu près simultanément, sur la digestion, dans tout l'embranchement des Arthropodes.

[1] Voyez : *Archives des sciences physiques et naturelles,* vol. 53, n. 155, 1875.

Au début de mes études sur les Myriapodes, j'avais l'intention de borner mes investigations aux seules fonctions digestives, mais je ne tardai pas à voir combien l'appareil digestif lui-même était imparfaitement connu. J'ai donc dû, à côté de la partie physiologique, donner une large part aux observations anatomiques proprement dites.

Le groupe qui m'a offert anatomiquement le plus de faits nouveaux est le genre *Cryptops;* ces animaux se distinguent, en effet, par un intestin buccal extrêmement ample, jouant le rôle du jabot des coléoptères carnassiers, et par un appareil valvulaire (gésier des auteurs) fort remarquable et ignoré jusqu'à présent chez les Myriapodes. C'est un renflement sphérique ou ellipsoïdal, très-musculeux, garni au dedans de nombreuses soies et même parfois de pointes épineuses, toutes dirigées vers l'œsophage.

En étudiant avec soin l'intestin terminal, on constate, ainsi que M. Gervais l'avait déjà montré pour quelques genres, que les *Glomeris* sont loin d'être les seuls myriapodes chez lesquels cette portion du canal alimentaire offre des circonvolutions. Une simple courbure, une ou plusieurs anses, existent dans les intestins terminaux des *Julus*, *Geophilus*, *Himantarium* et *Cryptops*.

On trouvera, de plus, dans mon mémoire une étude assez détaillée des glandes antérieures (salivaires?) qui déversent toujours leur produit dans la bouche et jamais dans les forcipules, des tubes de *Malpighi*, et enfin un grand nombre d'observations histologiques qu'il m'est impossible de résumer.

La partie physiologique comprend des recherches spéciales sur l'alimentation, sur la façon dont les *Lithobius* tuent leur proie, enfin sur la digestion proprement dite.

Chez les *Cryptops*, les aliments s'accumulent dans l'intestin buccal spacieux dont j'ai parlé plus haut, y sont retenus par l'appareil valvulaire et sont transformés par le liquide digestif sécrété par l'intestin moyen situé au delà.

Chez les autres Myriapodes, les phénomènes digestifs

principaux se passent dans l'intestin moyen proprement dit. Le liquide sécrété est neutre, quelquefois légèrement alcalin, chez les *Lithobius*, *Cryptops*, *Himantarium*, *Geophilus* et *Glomeris*, chez les *Julus* seuls, il est légèrement acide. Ce liquide émulsionne les graisses et dissout manifestement les substances albuminoïdes.

Je n'ai pu élucider complètement le rôle des glandes antérieures; la disposition de leurs canaux excréteurs et d'autres caractères prouvent que, chez les Myriapodes carnassiers, ce ne sont pas des glandes venimeuses [1]; mais leur sécrétion, du moins chez les *Lithobius* et *Himantarium*, ne m'a pas offert la propriété caractéristique de la salive vraie des vertébrés et des insectes; elle ne transforme pas la fécule en glucose.

Autant qu'on peut en juger, les tubes de Malpighi des Myriapodes se comportent exactement comme ceux des insectes; ils produisent de l'acide urique, des urates (urate de sodium, par exemple), de l'oxalate de calcium. Ce sont donc encore des organes dépurateurs urinaires.

BOTANIQUE.

HELMSLEY. NOTES ON THE BOTANY OF THE EXPERIMENTAL GRASS-PLOTS IN ROTHAMSTED. NOTE SUR LE RÉSULTAT BOTANIQUE DES EXPÉRIENCES FAITES A ROTHAMSTED SUR LES PRAIRIES. — (*Journal of botany*, octobre 1876.)

Toutes les personnes qui s'intéressent à la physiologie végétale connaissent au moins de nom le parc le Rothamsted et les belles expériences qu'y poursuivent depuis de longues années MM. Laws et Gilbert sur l'influence des engrais minéraux sur la végétation. Des résultats qui nous ont paru intéressants ont été obtenus sur les prairies naturelles et méritent d'être brièvement rapportés ici.

Le champ d'expérience mesurait environ 2 hectares 80

[1] Les glandes venimeuses vraies que j'ai réussi à isoler chez quelques espèces feront l'objet d'un travail ultérieur.

ares ; c'était une prairie naturelle sur sol un peu argileux existant depuis plusieurs siècles et n'ayant pas reçu de semences nouvelles depuis environ 40 ans. Les essais ont commencé en 1856 et la prairie a été, pour cela, divisée en lots de 10 ares dont les uns ne recevaient aucun engrais, tandis que les autres étaient fumés chaque année avec différentes combinaisons de sels minéraux. L'examen approfondi des plantes qui croissaient spontanément dans ce champ a montré l'existence de 93 espèces, réparties comme suit :

Dicotylédones,	54
Monocotylédones,	54
Acotylédones,	15

Sur ces 93 espèces, un certain nombre ne se rencontraient qu'accidentellement ou en très-petites quantités, et l'on peut évaluer à 60 le nombre de celles qui se trouvaient dans chacun des carrés de 10 ares de surface. Elles appartenaient aux familles les plus communément répandues dans les prés ; les graminées y jouent naturellement un grand rôle. Voici, du reste, le produit d'un carré non fumé après 20 années d'expérience.

Surface, 10 ares. Récolte moyenne, 25 quintaux de foin par hectare. 60 espèces. Sur 100 parties en poids de foin, on trouve :

Graminées,	68 66
Légumineuses,	8 98
Familles diverses,	22 36
	100 —

Un carré voisin d'une surface également de 10 ares a été fumé annuellement comme suit :

Sulfate de potasse,	325	kil.	par hectare.
Sulfate de soude,	125	»	»
Sulfate de magnésie,	125	»	»
Superphosphate de chaux,	400	»	»
Sels ammoniaques,	1000	»	»

La récolte moyenne a été de 75 quintaux par hectare ;

mais il n'y avait plus que 18 espèces représentées, et sur 100 parties de foin on trouve :

Graminées,	98 84
Légumineuses,	0 01
Familles diverses,	1 15
	100 —

Parmi les graminées 6 espèces, Alopecurus pratensis, Agrostis vulgaris, Holcus lanatus, Avena elatior, Poa pratensis, Dactylis glomerata, ont donné, en 1872, entre elles 96,33 pour cent de la récolte; le Dactylis glomerata fournit à lui seul 39,28 pour cent.

Dans un carré voisin, la fumure ne différait de la précédente que par l'emploi de 680 kilos de nitrate de soude à la place des sels ammoniacaux; la prédominance des graminées fut la même, seulement ce sont deux espèces : le Poa trivialis et le Bromus mollis, à peine représentées dans le cas précédent, qui prennent le dessus et fournissent entre elles 66,86 pour cent de la récolte.

Dans un autre cas, avec une fumure moins intense (500 kilos sels ammoniacaux et 400 de superphosphate de chaux par hectare), la Festuca ovina et l'Agrostis vulgaris fournissent respectivement 49,29 et 20,39 pour cent de la récolte. Elles étaient également à peine représentées dans le premier carré fumé.

Enfin les légumineuses sont surtout sensibles aux sels potassiques, et en donnant à ceux-ci la prédominance sur les autres, on peut en faire monter la proportion jusqu'à 40 pour cent de la récolte totale. Quant aux plantes appartenant à diverses familles et répandues communément dans les prés, telles que Ranunculus acris, bulbosus, Pimpinella saxifraga, Centaurea nigra, Achillea millefolium, Rumex acetosa, Plantago lanceolata, etc., elles cèdent, en présence d'un excès de sels ammoniacaux invariablement le pas aux graminées.

M. M.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS D'OCTOBRE 1876.

Le 1er, fort vent du S. et du SSO. de 8 h. du matin à 2 h. après midi.
2, forte rosée le matin.
3, brouillard de 6 h. du matin à midi.
4, brouillard de 6 h. à 10 h. du matin ; forte rosée le soir.
6, très-forte rosée le matin et le soir ; léger brouillard le matin. Hâle tout le jour.
8, forte rosée le matin ; hâle au milieu du jour.
9, très-léger brouillard à 6 h. du matin ; éclairs au SO. toute la soirée.
10, orage accompagné d'éclairs et tonnerres dans la nuit ; forte décharge électrique un peu avant 3 h. du matin. Un second orage éclate dans l'après-midi, éclairs et tonnerres depuis 4 $^{3}/_{4}$ h. au SO. jusqu'à 7 h. au NE. ; à 6 h., au moment où l'orage est au-dessus de la ville, forte détonation.
13, forte rosée le matin.
14, id. faible averse de peu de durée un peu avant 9 h. du matin ; le soir, éclairs dans la partie NO. de l'horizon.
16, brouillard le matin, de 6 h. à 10 h.
17, id. le soir, épais brouillard sur le lac.
18, hâle l'après-midi.
19, forte rosée le matin ; brouillard de 8 h. à midi.
20, brouillard tout le jour.
24, brouillard le matin.
25, assez forte bise dans la matinée.
27, forte bise.
31, forte rosée le matin ; bise prononcée dans la journée ; le soir, couronne lunaire.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.

	mm
Le 4 à 10 h. matin	731,68
7 à 10 h. soir	731,50
14 à 8 h. matin	726,70
25 à 8 h. soir	730,98
29 à 10 h. soir	730,67

MINIMUM.

	mm
Le 6 à 4 h. après midi	728,89
11 à 4 h. après midi	721,55
19 à 4 h. après midi	718,26
28 à 2 h. après midi	727,97

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.					mm.				°	°	cm
1	726,18	— 0,68	+14,37	+ 1,96	+ 9,0	+18,9	7,91	−0,80	656	—151	460	860	0,4	1	SSO. 2	0,74	..	.....	168,0
2	729,64	+ 2,81	+12,78	+ 0,54	+ 9,0	+17,0	9,38	+0,78	851	+ 42	680	980	...	...	NNE. 1	0,26	13,8	— 1,8	169,6
3	730,23	+ 3,44	+11,40	— 0,68	+ 6,6	+16,4	9,55	+0,98	930	+120	790	1000	...	...	variable	0,58	13,9	— 1,5	169,0
4	730,58	+ 3,82	+14,21	+ 2,30	+ 9,4	+22,1	10,95	+2,45	901	+ 89	690	1000	...	...	variable	0,33	14,8	— 0,5	165,4
5	730,49	+ 3,76	+16,51	+ 4,77	+12,3	+24,5	11,60	+3,17	833	+ 20	560	960	0,8	1	NNO. 1	0,41	14,8	— 0,4	165,1
6	729,81	+ 3,12	+14,95	+ 3,38	+ 9,3	+23,4	11,02	+2,66	861	+ 47	610	1000	...	...	variable	0,08	15,0	— 0,1	163,4
7	730,63	+ 3,98	+15,28	+ 3,88	+ 8,5	+22,4	9,77	+1,49	767	— 48	410	1000	...	...	variable	0,52	15,7	+ 0,7	161,7
8	729,96	+ 3,33	+14,13	+ 2,90	+ 9,4	+19,1	10,09	+1,88	838	+ 21	620	990	...	...	variable	0,02	..	.....	161,4
9	727,14	+ 0,54	+16,71	+ 5,66	+ 9,0	+24,2	11,16	+3,03	779	— 39	530	1000	0,9	1	SO. 1	0,46	16,0	+ 1,3	158,9
10	725,66	— 0,91	+15,77	+ 4,89	+14,0	+19,8	11,60	+3,54	879	+ 60	680	970	13,0	8	variable	0,67	15,9	+ 1 3	157,8
11	722,72	— 3,82	+19,05	+ 8,34	+13,8	+24,6	11,20	+3,22	686	—134	550	910	0,2	1	O. 2	0,52	15,8	+ 1,3	155,5
12	723,76	— 2,75	+17,40	+ 6,87	+14,5	+21,0	11,25	+3,34	774	— 47	570	900	...	...	N. 1	0,33	15,8	+ 1,5	155,2
13	725,56	— 0,92	+16,43	+ 6,07	+11,9	+22,2	11,07	+3,24	802	— 20	610	940	...	...	SSO. 1	0,42	16,2	+ 2,0	153,5
14	725,75	— 0,70	+15,19	+ 5,01	+11,6	+19,9	10,57	+2,82	826	+ 3	630	960	0,1	...	variable	0,61	16,1	+ 2,0	151,6
15	724,52	— 1,90	+14,76	+ 4,76	+11,4	+19,7	10,65	+2.97	857	+ 34	670	990	...	...	variable	0,49	..	.....	150,0
16	723,81	— 2,59	+14,06	+ 4,23	+11,2	+18,8	10,42	+2,82	880	+ 56	620	1000	...	...	N. 1	0,37	16,6	+ 2,8	148,4
17	722,52	— 3,85	+11,66	+ 2,01	+ 9,0	+15,7	9,73	+2,21	950	+125	810	1000	...	...	variable	0,67	16,3	+ 2,6	145,6
18	721,02	— 5,33	+11,51	+ 2,04	+ 8,1	+16,2	8,57	+1,13	854	+ 28	650	950	...	...	variable	0,38	16,5	+ 2,9	143,9
19	719,28	— 7,05	+ 8,71	— 0,58	+ 4,0	+14,8	7,87	+0,51	921	+ 94	730	980	...	...	SSO. 1	0,36	16,3	+ 2,9	141,5
20	719,60	— 6,71	+ 8,31	— 0,80	+ 4,2	+10,6	7,84	+0,55	946	+119	840	1000	...	...	SSO. 1	1,00	16,0	+ 2,7	138,5
21	720,83	— 5,46	+10,23	+ 1,30	+ 8,5	+14,1	7,93	+0,72	861	+ 33	750	940	...	...	NNE. 1	0,90	15,7	+ 2,5	137,4
22	722,44	— 3,83	+10,06	+ 1,31	+ 9,0	+12,2	7,54	+0,41	836	+ 7	770	850	...	...	NE. 1	1,00	..	.....	140,0
23	724,43	— 1,82	+ 9,72	+ 1,15	+ 9,1	+11,7	7,49	+0,44	851	+ 22	760	900	..	...	variable	1,00	15,2	+ 2,3	135,5
24	728,59	+ 2,35	+ 9,81	+ 1,42	+ 8,0	+12,3	7,25	+0,27	817	— 13	670	960	...	...	NNE. 1	1,00	15,1	+ 2,3	134,2
25	730,53	+ 4,31	+ 8,65	+ 0,44	+ 8,4	+10,0	6,55	−0,35	803	— 27	750	800	...	...	NE. 2	1,00	15,0	+ 2,4	132,0
26	729,98	+ 3,77	+ 7,77	— 0,27	+ 7,3	+ 9,0	6,17	−0,65	803	— 28	740	820	...	...	NE. 2	1,00	14,6	+ 2,1	130,6
27	728,93	+ 2,73	+ 7,44	— 0,42	+ 7,2	+ 8,4	5,90	—0,84	787	— 44	720	780	...	...	NE. 2	1,00	14,1	+ 1,8	128,3
28	728,13	+ 1,95	+ 7,94	+ 0,26	+ 6,8	+ 9,8	6,27	—0,40	802	— 30	720	860	...	...	NE. 1	1,00	14,4	+ 2,2	125,7
29	729,46	+ 3,29	+ 7,64	+ 0,14	+ 7,1	+ 9,4	5,73	—0,86	759	— 73	690	780	...	...	NE. 1	1,00	..	.....	125,0
30	729,06	+ 2,89	+ 6,70	— 0,62	+ 3,4	+12,9	5,79	—0,72	808	— 25	610	980	...	...	variable	0,37	13,7	+ 1,8	124,3
31	726,83	+ 0,67	+ 5,66	— 1,48	+ 2,2	+ 9,0	4,32	−2,12	657	—176	470	960	...	...	NE. 2	0,57	13,7	+ 1,9	122,4

MOYENNES DU MOIS D'OCTOBRE 1876.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	729,25	729,57	729,61	729,25	728,57	728,36	728,73	729,03	729,27
2e »	723,16	723,58	723,54	723,04	722,32	722,08	722,36	722,66	722,93
3e »	726,96	727,45	727,54	727,25	726,94	726,95	727,43	727,60	727,76
Mois	726,47	726,89	726,92	726,54	725,98	725,84	726,21	726,47	726,69
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+10,39	+12,91	+16,42	+18,55	+19,69	+18,04	+16,16	+14,76	+13,58
2e »	+10,85	+12,31	+15,30	+16,66	+17,36	+17,26	+15,26	+13,60	+12,37
3e »	+ 7,75	+ 8,16	+ 9,32	+ 9,76	+10,19	+ 9 76	+ 8,92	+ 8,35	+ 8,00
Mois	+ 9,60	+11,03	+13,54	+14,82	+15,57	+14,85	+13,30	+12,11	+11,21
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	8,97	9,76	10,51	10,42	10,48	10,98	11,13	10,94	10,72
2e »	9,30	9,82	10,50	10,36	10,26	10,00	10,43	10,09	9,68
3e »	6,76	6,78	6,60	6,51	6,66	6,55	6,60	6,39	6,39
Mois	8,29	8,72	9,12	9,01	9,05	9,09	9,29	9,05	8,85
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	953	884	757	661	618	714	810	874	925
2e »	950	918	810	735	696	686	813	868	901
3e »	854	835	749	716	713	720	767	772	792
Mois	917	877	771	705	677	707	796	836	870

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+ 9,65	+20,78	0,41	+14,99	15,1	164,0
2e »	+ 9,97	+18,35	0,51	+16,18	0,3	148,4
3e »	+ 7,00	+10,80	0,89	+14,61	—	130,5
Mois	+ 8,81	+16,45	0,61	+15,27	15,4	147,1

Dans ce mois, l'air a été calme 2,51 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,54 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 7°,2 E. et son intensité est égale à 23,34 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'OCTOBRE 1876.

Le 10, pluie, brouillard ; de 6 à 8 h. du soir, fréquents éclairs et quelques coups de tonnerre.

11, brouillard depuis 2 h. après midi.

12, id. fort vent du SO. depuis midi.

13, brouillard presque tout le jour, par un fort vent du SO.

17, 18, 19, fort vent du SO., même violent à plusieurs reprises.

21, neige et brouillard tout le jour, fort vent du SO.

22, brouillard tout le jour ; la neige marquée pour le 22 est tombée dans la nuit du 21 au 22.

23, brouillard tout le jour, fort vent du SO.

24, brouillard presque tout le jour ; il est tombé un peu de neige, mais en trop faible quantité pour qu'elle pût être mesurée.

28, brouillard le soir.

31, brouillard le matin et le soir ; forte bise.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm
Le 5 à 10 h. matin	574,00
13 à 8 h. matin	569,79
24 à 10 h. soir	567,43
29 à 10 h. soir	566,43

MINIMUM.	mm
Le 1er à 6 h. matin	563,57
11 à 6 h. matin	566,80
21 à 8 h. matin	558,50
28 à 4 h. après midi......	564,19
31 à 10 h. soir	559,27

SAINT-BERNARD. — OCTOBRE 1876.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Clarté moyenne du Ciel.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum*	Maximum*	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim			
1	564,88	— 0,98	563,57	566,53	+ 0,57	— 0,94	— 1,0	+ 3,2	.....	.....	....	NE. 1	0,17
2	568,93	+ 3,16	567,00	570,58	+ 4,45	+ 3,09	— 0,3	+ 8,0	.....	.....	....	variable	0,14
3	571,37	+ 5,69	571,00	572,06	+ 7,22	+ 6,01	+ 2,6	+11,0	.....	.....	....	SO. 1	0,14
4	573,22	+ 7,63	572,35	573,87	+10,15	+ 9,09	+ 6,9	+13,6	.....	.....	....	SO. 1	0,14
5	573,52	+ 8,02	573,21	574,00	+10,69	+ 9,78	+ 7,8	+14,0	.....	.....	....	SO. 1	0,29
6	572,62	+ 7,21	572,01	573,11	+ 9,83	+ 9,07	+ 8,0	+12,4	.....	.....	....	SO. 1	0,06
7	571,95	+ 6,63	571,70	572,22	+ 8,48	+ 7,87	+ 7,5	+11,2	.....	.....	....	SO. 1	0,13
8	570,97	+ 5,73	570,70	571,41	+ 7,06	+ 6,59	+ 5,7	+10,1	.....	.....	....	variable	0,08
9	569,08	+ 3,93	568,61	569,81	+ 7,18	+ 6,86	+ 4,5	+10,3	.....	.....	....	SO. 1	0,24
10	567,19	+ 2,13	566,81	567,72	+ 5,05	+ 4,88	+ 4,2	+ 6,2	.....	4,2	....	SO. 1	0,76
11	567,20	+ 2,23	566,80	568,01	+ 4,32	+ 4,30	+ 3,8	+ 6,0	.....	.....	....	SO. 1	0,79
12	568,83	+ 3,95	568,49	569,28	+ 3,88	+ 4,02	+ 2,8	+ 5,5	.....	.....	....	SO. 2	0,84
13	569,46	+ 4,67	569,28	569,79	+ 4,16	+ 4,46	+ 3,0	+ 6,1	.....	.....	....	SO. 2	0,92
14	568,02	+ 3,32	567,45	568,70	+ 4,77	+ 5,22	+ 2,2	+ 7,1	.....	.....	....	SO. 1	0,38
15	566,20	+ 1,59	565,90	566,59	+ 4,25	+ 4,85	+ 2,6	+ 6,5	.....	.....	....	SO. 1	0,40
16	565,64	+ 1,12	565,24	566,05	+ 3,38	+ 4,13	+ 1,7	+ 6,1	....	.....	....	SO. 1	0,21
17	564,45	+ 0,01	563,91	565,53	+ 0,99	+ 1,90	— 0,1	+ 3,9	.....	.....	....	SO. 3	0,34
18	563,25	— 1,11	562,94	563,75	+ 0,35	+ 1,42	— 1,3	+ 3,5	.....	.....	....	SO. 2	0,23
19	561,72	— 2,56	561,31	562,13	— 0,22	+ 1,00	— 2,2	+ 2,0	.....	.....	....	SO. 3	0,54
20	559,42	— 4,78	559,09	560,29	+ 1,85	+ 3,22	+ 0,5	+ 4,8	.....	.....	....	SO. 1	0,40
21	559,57	— 4,55	558,50	560,64	— 2,03	— 0,51	— 2,4	+ 0,3	350	17,8	....	variable	1,00
22	561,15	— 2,89	560,63	562,07	— 0,84	+ 0,83	— 1,2	+ 1,3	60	5,0	....	SO. 1	0,92
23	563,52	— 0,44	562,84	564,80	— 1,94	— 0,11	— 2,3	— 0,8	.....	.....	....	SO. 2	0,99
24	566,38	+ 2,50	565,51	567,43	— 1,07	+ 0,91	— 1,8	+ 0,3	.....	.....	....	SO. 1	0,88
25	566,36	+ 2,56	565,95	567,01	+ 0,59	+ 2,72	— 2,0	+ 4,0	.....	.....	....	SO. 1	0,01
26	565,77	+ 2,05	565,50	566,13	+ 0,07	+ 2,35	— 1,5	+ 2,3	.....	.....	....	NE. 1	0,02
27	565,54	+ 1,89	565,40	565,83	+ 0,44	+ 2,87	— 1,3	+ 3,8	.....	.....	....	NE. 1	0,00
28	564,47	+ 0,89	564,19	564,96	— 1,06	+ 1,52	— 3,8	+ 3,0	.....	.....	....	NE. 1	0,84
29	565,33	+ 1,82	564,43	566,43	— 0,50	+ 2,23	— 4,0	+ 1,9	.....	.....	....	NE. 1	0,06
30	565,33	+ 1,89	564,45	566,23	— 0,82	+ 2,06	— 2,8	+ 1,7	.....	.....	....	NE. 1	0,21
31	560,45	— 2,92	559,27	562,02	— 6,93	— 3,91	—10,2	— 1,8	.....	....	....	NE. 1	0,73

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS D'OCTOBRE 1876.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	570,12	570,30	570,49	570,41	570 29	570,26	570,39	570,63	570,81
2e »	565,63	565,70	565,76	565,44	565,22	565,17	565,31	565,46	565,43
3e »	563,87	563,90	564,03	563,83	563,81	563,90	564,21	564,38	564,30
Mois	566,45	566,54	566,67	566,47	566,35	566,36	566,56	566,74	566,76
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 4,85	+ 6,32	+ 8,06	+ 9,32	+ 9,85	+ 9,11	+ 7,95	+ 6 58	+ 6,20
2e »	+ 1,57	+ 2,08	+ 3,58	+ 4,69	+ 5,07	+ 4,36	+ 3,38	+ 2,66	+ 2,19
3e »	— 1,81	— 0,47	— 0,25	+ 0,90	+ 1,01	— 0,59	— 1,60	— 1,89	— 2,21
Mois	+ 1,43	+ 2,54	+ 3,67	+ 4,84	+ 5,17	+ 4,14	+ 3,09	+ 2,31	+ 1,92

	Min. observé.	Max. observé.	Clarté moyenne du ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	+ 4,59	+10,00	0,22	4,2	—
2e »	+ 1,30	+ 5,15	0,51	—	—
3e »	— 3,03	+ 1,45	0 51	22,8	410
Mois	+ 0,83	+ 5,40	0,41	27,0	410

Dans ce mois, l'air a été calme 0,72 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,44 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 48,39 sur 100.

CONTROVERSE GLACIAIRE

PAR

M. E. DESOR

L'étude du paysage morainique m'a conduit à rechercher non-seulement les limites du phénomène glaciaire sur le versant méridional des Alpes, mais encore les conditions au milieu desquelles il s'est produit. J'ai ainsi été amené à adopter l'opinion de mon ami M. le professeur Stoppani, d'après laquelle les anciens glaciers auraient rencontré, à la lisière des Alpes lombardes, la mer subappennine ou pliocène, dans laquelle ils se seraient avancés à la manière des glaciers actuels du Groënland. Cette théorie a trouvé de nombreux contradicteurs, auxquels je me propose de répondre, maintenant que j'ai de nouveau parcouru les localités qui furent jadis le théâtre de ces curieux phénomènes.

On a opposé à notre manière de voir deux ordres d'objections, les unes générales, en invoquant des difficultés de climat et de température, sans s'inquiéter des gisements et des localités, les autres spéciales et locales, tendant à contester ou à atténuer le caractère glaciaire du terrain que nous attribuons à l'action des anciens glaciers.

Nous allons examiner successivement ces deux ordres d'objections.

1° *Objections générales.*

Que ceux qui n'ont pas suivi les phases diverses que la théorie glaciaire a parcourues, trouvent étrange que l'on invoque la présence de glaciers et que l'on parle de moraines, de terrain et paysage morainique, dans un pays comme l'Italie, qui est justement considéré comme une terre privilégiée sous le rapport du climat, il n'y a là rien que de très-naturel. Aussi bien, s'il s'agissait de poser la théorie glaciaire, éprouverions-nous nous-mêmes quelque hésitation à aller chercher nos arguments de ce côté.

Mais nous n'en sommes plus là. Du moment qu'il est démontré qu'à une certaine époque, les glaciers de la vallée du Rhône ont franchi la plaine suisse et se sont avancés jusqu'à Lyon, que ceux du Rhin ont atteint Schaffhouse, et que ceux de l'Isar sont arrivés tout près de Munich, il serait étrange que les glaciers du revers méridional des Alpes se fussent arrêtés juste au bord de l'escarpement, sans s'avancer dans la plaine. C'est une supposition que rien ne justifie.

Mais il n'y a pas seulement probabilité, d'après l'analogie, que les anciens glaciers ont envahi la plaine lombarde. Le fait peut s'établir scientifiquement par les considérations suivantes : Tous les géologues qui ont visité les environs de Côme ont pu s'assurer que les massifs de conglomérat miocène qui s'élèvent au nord de cette ville, sont façonnés et arrondis, voire même polis et sillonnés jusqu'à une grande hauteur. Admettant que les polis ne dépassent pas ici le Monte-Olimpino, qui est à l'altitude de 591^{m}, il en résulterait que le glacier qui râpait et façonnait les flancs de cette montagne devait avoir,

dans les vallées adjacentes, spécialement dans la vallée de la Breggia, une épaisseur au moins égale. Ceci posé, il n'est pas admissible que le glacier se soit arrêté brusquement de manière à présenter une paroi de glace de 350 mètres à l'endroit où s'élève aujourd'hui la ville de Côme. Il est au contraire dans la nature des glaciers de s'éteindre graduellement, en diminuant d'épaisseur à mesure qu'ils descendent dans des régions plus basses et moins froides. Par conséquent, le fait que les anciens glaciers ont laissé des traces de leur présence à 350 mètres au-dessus du lac de Côme, non-seulement autorise, mais force la conclusion qu'ils ont dû empiéter sur la plaine.

On essayera sans doute un jour de déterminer de combien un glacier d'une épaisseur donnée qui débouche de la montagne doit s'avancer dans la plaine, en tenant compte de la latitude, du climat et des autres facteurs qui entrent dans la composition du problème. On trouvera alors aussi, selon toute probabilité, qu'il n'y a rien d'extraordinaire à ce que la ceinture des anciens glaciers lombards se soit avancée jusqu'aux environs de Monza (25 à 30 kilomètres).

Il y a lieu de rappeler ici ce qui se passe dans les régions polaires. Les glaciers non-seulement y acquièrent un développement énorme, s'étendant quelquefois sur 20 et 30 lieues de côtes, comme le glacier de Humboldt au Groënland, mais il faut qu'ils aient en outre une épaisseur considérable, si l'on en juge par les *icebergs* ou îles flottantes de glace dont la hauteur égale et dépasse les mâts des navires transatlantiques[1]. Or si l'on considère

[1] Nous avons observé nous-même de ces icebergs sous le 46° de latitude, qui étaient aussi hauts que les mâts des voiliers qui passaient devant eux. Nous en avons évalué un à 25^{m} de hauteur. — *Bulletin de la Soc. géologique de France*, 2e série, tome IV, p. 1044.

que d'après les théories admises, la partie des icebergs qui est visible au-dessus de l'eau ne représente que le 7me de son épaisseur totale, il s'ensuit qu'un iceberg de 100 pieds ou 33 mètres de hauteur aura une épaisseur totale de 233 mètres ou 700 pieds. Il faut dès lors qu'il existe des glaciers ayant cette épaisseur à leur débouché dans la mer[1]. C'est en effet ce qu'on assure être le cas au Spitzberg aussi bien qu'au Groënland. Il se formera dès lors des icebergs sur les côtes et dans les baies, toutes les fois que la mer y sera assez profonde pour permettre à ces puissantes masses de glace de flotter.

Que si au contraire la côte est plate et la mer peu profonde, les choses se passeront différemment. Admettons ici encore un glacier ayant une épaisseur de 100 mètres, mais débouchant sur un rivage plat où la mer est peu profonde, il ne se mettra pas à flotter immédiatement, mais continuera à glisser sur le fond de la mer ou du fiord jusqu'à ce que la profondeur soit suffisante pour le maintenir à flot, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'elle ait atteint 85 mètres. Si son épaisseur est de 200 mètres, il continuera à reposer sur le sol sous-marin jusqu'à la profondeur de 170 mètres. C'est alors seulement que son extrémité se disloquera pour former des icebergs. En atten-

[1] Les naturalistes de la seconde expédition allemande au pôle nord observèrent à l'embouchure du fiord de François-Joseph (80° lat.) une quantité d'icebergs dont plusieurs atteignaient 220′ de hauteur. Dans l'Austria-Sound, leur hauteur variait de 80′ à 200′. D'après M. Jules Payer, leur profondeur n'est cependant pas aussi considérable qu'on le suppose ordinairement, attendu que les dimensions horizontales de la partie immergée sont beaucoup plus considérables que celles de la partie visible. L'épaisseur totale d'un iceberg de 200′ n'excéderait pas en moyenne 600′ à 800.′ — (*Die Oestreich-Ungarische Nord-Pol-Expedition*, p. XXIX.)

dant, le glacier aura pu s'avancer à une grande distance dans la mer.

Ceci n'est pas seulement indiqué par la théorie. Le phénomène a été observé sur la côte du Groënland par M. Helland[1] qui en a donné une description accompagnée d'un croquis que nous croyons utile de reproduire (Pl. III).

Le glacier vient déboucher dans un fiord. Il a plus de 200 mètres d'épaisseur à l'endroit où il atteint le niveau de la mer (en A) à l'origine du fiord. Malgré cela, il ne se disloque pas, mais continue à avancer, massif et compact, pendant près de 16 kilomètres, jusqu'à ce que le fiord ait acquis assez de profondeur pour lui permettre de flotter. C'est alors seulement que d'immenses quartiers commencent à s'en détacher et que les icebergs se forment (en C).

En progressant ainsi sur le fond marin, le glacier entraîne avec lui sa moraine profonde (*m*) comme font tous les glaciers, tout en usant et polissant les rochers qui lui font obstacle, rayant les cailloux, triturant et remaniant les sables et les graviers. En même temps le ballast qu'il amène avec lui de l'intérieur, sous forme de moraine profonde, finit par s'en détacher pour se mêler aux dépôts du fond de la mer et y subir l'action des courants.

Le gravier et les cailloux arrondis et rayés de la moraine se trouvent ainsi mélangés sur place (en x) avec des amas de coquilles et d'autres animaux marins qui probablement périssent, mais dont les têts emballés dans le sable et le gravier pourront se conserver plus ou moins intacts.

[1] Om de isfyldte fjorde og de glaciale dannelser i Nord-Grœnland, in-8°, 1876.

Nous estimons que c'est de la sorte que les choses ont dû se passer dans les dépôts morainiques de la Lombardie. Le gravier y est partout lavé, ainsi que les coquilles et les cailloux rayés. Nous n'y avons rencontré nulle part des traces de limon, preuve que l'action des eaux a été générale. Il ne faudrait cependant pas en conclure que la présence des coquilles exclut partout le limon. Il en existe de nombreux exemples ailleurs, spécialement dans le till d'Angleterre. Nous avons nous-même recueilli, dans le limon glaciaire de Brooklyn près New-York, à l'époque où l'on traçait les rues de la partie occidentale de cette grande cité, des coquilles mélangées avec des cailloux rayés.

Objections spéciales.

Nous avons dit que la théorie que nous soutenons avait été attaquée de divers côtés et à des points de vue différents. Comme la critique est partie d'hommes compétents et qu'elle a été en général marquée au coin de la courtoisie et de la bienveillance, je me ferai un devoir de ne pas m'écarter de ce terrain, sur lequel seul la controverse scientifique peut être utile et fructueuse. Ceci dit, on ne trouvera pas mauvais que je ne m'arrête pas aux objections de ceux qui se sont montrés oublieux des règles de la politesse.

Le fait capital, qui forme la pierre angulaire de notre thèse, c'est la présence, au milieu des dépôts de transport de la Lombardie, de cailloux striés mêlés à des coquilles pliocènes. On nous a objecté que ces dépôts n'avaient pas le caractère de moraines et que c'était à tort qu'on prétendait y voir l'œuvre de glaciers.

Il est vrai qu'il ne s'agit pas de moraines dans le sens de remparts ou de digues, comme sont les moraines latérales et médianes de nos glaciers actuels. Il s'agit de ces amas de débris rocheux qui se trouvent à la base des glaciers et qu'on a désignés sous le nom de *moraine profonde* par opposition aux moraines latérales ou médianes.

A la vérité ces dernières sont le plus en vue dans les glaciers actuels, où elles font une agréable diversion à la monotonie du paysage glaciaire; elles sont composées essentiellement de blocs anguleux, sans aucune trace de triage ni de stratification, tandis que la moraine profonde, qui le plus souvent passe inaperçue, est formée essentiellement de blocs arrondis, usés par le frottement et mélangés de graviers qui présentent çà et là des traces de stratification attestant l'action des torrents qui circulent sous le glacier. Parfois aussi on y rencontre des amas de limon dans lequel se sont égarés des cailloux polis et striés; de là le nom de *couche de boue* par lequel certains auteurs ont caractérisé le dépôt tout entier et qui est synonyme de moraine profonde.

Malgré son peu d'apparence, ce dépôt infraglaciaire est de beaucoup le plus important. C'est lui essentiellement qui fournit les matériaux qui comblent le fond des vallées, lorsque les glaciers battent en retraite, de même qu'il entre pour une très-large part dans les moraines terminales. Mais c'est lui surtout qui est presque exclusivement en cause, lorsqu'il est question de dépôts glaciaires loin des glaciers actuels, dans la plaine suisse ou sur les flancs du Jura. Les moraines superficielles, au contraire, n'y sont guère représentées que par les blocs isolés et anguleux qui sont épars sur les sommets des collines ou qui forment des zones sur les paliers du Jura.

C'est qu'en effet, à l'époque de la grande extension des glaces, les sommets alpins qui pouvaient fournir des debris rocheux étaient relativement peu nombreux, puisque les pics les plus élevés dépassaient seuls la nappe de glace, et que, d'un autre côté, les blocs qui s'en détachaient avaient à se répartir sur des étendues de névé et de glace beaucoup plus vastes. Il s'ensuit que les traînées de blocs devaient être relativement rares à la surface de la nappe de glace, comme ils le sont à la surface des grands glaciers polaires.

Il en était tout autrement des moraines profondes. Celles-ci trouvaient à s'alimenter de tous les débris que le glacier détachait du fond des vallées ou des flancs des montagnes. Toute la vaste étendue de pays recouvert par la nappe de glace concourait ainsi à l'accumulation des matériaux sous-glaciaires. Et certes, il y avait là de quoi fournir des amas incommensurables de déblais erratiques.

La source principale de ces dépôts glaciaires est donc la moraine profonde, qui, pour n'être pas en forme de digue ou de rempart, n'en est pas moins un dépôt morainique au premier chef, surtout lorsqu'il renferme les témoins par excellence de l'action glaciaire, les cailloux striés. Nous n'avons donc nullement commis une erreur ni un abus de langage en qualifiant les dépôts de Casa-Rizzardi de *morainiques*, puisqu'ils réunissent les traits caractéristiques que nous venons d'esquisser.

Est-ce à dire qu'il n'existe pas des moraines en forme de bourrelets ou de remparts sur le plateau ? Nullement. M. le marquis Rosalaz n'en a pas constaté moins de trois dans les environs de son château de Bernate en face du lac de Côme. Ce sont d'immenses digues concentriques

(amphithéâtres morainiques) qui datent de la retraite des glaces et qui indiquent autant de temps d'arrêt dans leur marche rétrograde, alors que la grande zone de glace qui enveloppait le pied méridional des Alpes, était en train de disparaître, et que les glaciers s'étaient de nouveau ndividualisés au débouché des grandes vallées. Les trois amphithéâtres morainiques que nous venons de mentionner correspondent aux glaciers réunis de la Levantine et de la Valteline, de même que les amphithéâtres morainiques d'Ivrée (Le Serra) sont l'œuvre du glacier de la Doire.

Ces dépôts forment au pied des Alpes lombardes une vaste zone (de 20 kilomètres de large) qui présente cet aspect particulier que j'ai désigné sous le nom de paysage morainique. Pour les géologues italiens, c'est le *plateau* d'origine glaciaire par opposition à la plaine, qui est d'origine alluviale.

Que les adversaires de la théorie marino-glaciaire veuillent bien y réfléchir un instant. La plupart d'entre eux ne nient pas que les glaciers ont joué un rôle au pied des Alpes lombardes. Ils admettent même que les amphithéâtres morainiques indiquent les étapes de la période de retraite. Mais pourquoi s'arrêter là, pourquoi ne pas remonter plus haut, à l'époque de la grande nappe de glace, alors que le phénomène glaciaire était à son apogée et que son action devait être la plus générale et la plus intense ?

Nous nous expliquons, dans une certaine mesure, cette méprise de la part de géologues, d'ailleurs compétents par le fait qu'ils se placent trop exclusivement au point de vue du régime des glaciers actuels des Alpes, n'entrevoyant le phénomène glaciaire que dans sa dernière phase, tandis que pour se faire une idée claire de son étendue et

de son rôle, il faut se reporter aux glaciers des terres polaires, là où le mariage des glaciers et de la mer est la règle.

Aussi bien n'est-ce pas seulement au point de vue géologique que les glaciers du Nord peuvent nous fournir des renseignements. Ils nous ont révélé des phénomènes non moins curieux et inattendus au point de vue physique. Ainsi, à l'époque où l'ancienne extension des glaciers était encore contestée par de bons esprits, le principal argument que les physiciens nous opposaient, c'était que des glaciers ne pourraient pas s'avancer sur une pente aussi faible que celle qu'on obtient en tirant une ligne des cols des Alpes au niveau des blocs erratiques sur le Jura. Aujourd'hui il est acquis par l'observation directe, que les glaciers des régions polaires progressent sur des pentes beaucoup plus faibles, presque nulles. Ce qui n'est pas moins inattendu, c'est qu'il est démontré par des recherches récentes, que la marche de ces masses glaciaires est très-rapide. M. Helland s'est assuré par des observations trigonométriques, faites pendant le mois de juillet 1875 sur le glacier de Jakobshavn dans le Groënland septentrional, que ce glacier progressait à raison de 19^{m} en 24 heures. Un autre, le glacier de Torsukatak, d'une puissance de 280 mètres, lui a donné, à la même époque (juillet 1875), un avancement de 10^{m} en 24 heures.

Objections climatologiques.

L'objection la plus générale qui nous est faite, et qui trouve facilement de l'écho chez ceux qui ne sont pas très-familiers avec les phénomènes glaciaires, est tirée du climat que l'on attribue à l'époque pliocène. Il est démontré,

nous dit-on, que ce terrain renferme en Italie des espèces animales et végétales qui attestent un climat méditerranéen, aussi doux, sinon plus chaud que celui de nos jours. Il s'ensuit par conséquent, qu'on ne peut admettre que des glaciers se soient avancés à cette époque jusque dans la plaine lombarde.

C'est l'argument principal que nous a opposé M. Karl Mayer, et au premier abord cet argument peut paraître accablant de la part d'un géologue qui a fait une étude spéciale des terrains tertiaires. Mais il ne faut pas perdre de vue que le terrain pliocène n'est pas plus homogène au point de vue des fossiles qu'au point de vue stratigraphique ou purement géologique. Il y a longtemps, au contraire, qu'on a reconnu dans la formation subappennine ou pliocène d'Italie deux groupes principaux, les marnes bleues ou argiles azurées et les sables d'Asti, qui sont devenus les types de deux sous-étages, le *Plaisancien* pour les marnes et l'*Astien* pour les sables jaunes d'Asti. Plus tard M. Mayer a modifié cette nomenclature et il désigne aujourd'hui les marnes de Plaisance (en y comprenant le dépôt de Pontegana) sous le nom d'Astien I, et les sables d'Asti sous le nom d'Astien II. Remarquons ici que c'est essentiellement aux argiles, c'est-à-dire à l'Astien I que sont empruntés les caractères climatériques qu'on attribue au pliocène. Or, s'il était démontré, comme on l'a prétendu dans l'origine, que les coquilles du terrain morainique proviennent de ce groupe inférieur, il y aurait lieu certainement à faire des réserves. Ce serait en effet un anachronisme de vouloir marier le glacier avec la mer qui déposait la marne bleue (Astien I), alors que ces deux termes se trouveraient séparés par le sous-étage du sable d'Asti ou l'Astien II.

Mais voici que M. Mayer[1], après avoir déterminé les coquilles de Casa Rizzardi, comme appartenant à l'Astien I, trouve, à la suite d'un second examen, qu'il s'est trompé et que les espèces de cette localité appartiennent en partie au groupe supérieur (Astien II), qui, de l'aveu de M. Mayer lui-même, a précédé immédiatement son étage saharien, soit le terrain glaciaire ou morainique, en sorte qu'il y a succession directe d'un terrain à l'autre.

M. Mayer n'en conclut pas moins que les coquilles de la moraine de Fino « indiquent avec certitude une température des eaux non pas égale à celle des mers de l'Europe actuelle, mais pour le moins comparable à celle de la mer Rouge, » et dès lors l'idée que d'immenses glaciers venaient, de trois côtés, fondre dans le bras de mer subappennin est (pour lui) tout ce qu'il y a de plus inadmissible. « Et, chose curieuse, le mélange de deux faunes distinctes, provenant l'une des marnes bleues astiennes inférieures et l'autre des sables jaunes beaucoup plus ré-

[1] Voici comment s'exprime à ce sujet M. Karl Mayer : *Bulletin de la Société géologique de France*, III[me] série, tome IV, page 218 : « Après avoir étudié avec soin les cent et quelques individus de gastéropodes que M. Desor m'avait envoyés, je n'hésitai pas à reconnaître en eux une faune astienne ; seulement n'ayant aucune idée des localités de Balerna et de Fino, et trompé par les morceaux de marne bleue à *Pecten cristatus* de Pontegana, qui étaient joints à l'envoi, autant que fortuit que tous les fossiles de Fino étaient des gastéropodes, voire même qu'il y avait parmi eux le *Dentalium inæquale*, la *Natica Dillwyni*, le *Chenopus Uttingeri*, le *Buccinum Italicum* (costulatum Brocc., non Ren.) et la *Columbella tiara*, toutes espèces que je ne connais point de l'Astien supérieur (Astien II *b*, couches d'Andona), je me laissai entraîner à conclure que la nouvelle localité appartenait à l'Astien inférieur, et je n'exprimai pas assez hautement mes doutes sur la primordialité de ce gisement singulier. Aujourd'hui que j'ai tout vu par moi-même et que j'ai eu le temps de réfléchir sur l'énigme, j'ai hâte de rétracter mon affirmation et de donner l'explication naturelle des faits compliqués que l'on observe à Fino. »

cents, » ne fait que le confirmer dans l'idée d'un remaniement et d'un dépôt fluviatile! Il arrive ainsi à la même conclusion que M. Favre, avec cette dfficulté additionnelle que les coquilles remaniées proviendraient de plusieurs terrains.

Nous sommes loin de vouloir contester la compétence de M. Mayer en matière conchyliologique. Il est certain que les coquilles peuvent fournir des indices sur le climat de l'époque à laquelle elles ont vécu. Mais on conviendra qu'elles ne sont ni les seules ni les plus authentiques témoins qu'on puisse invoquer. Les végétaux sous ce rapport ont une importance supérieure. Or voici quelques-unes des espèces végétales qui ont été trouvées à Pontegana avec les coquilles qui, selon M. Mayer, sont censées indiquer un climat comparable à celui de la mer Rouge. Ce sont entre autres :

le châtaignier,
un saule voisin des Salix denticulata et riparia,
un érable,
le hêtre (Fagus sylvatica).

Il y a ici, on le voit, contradiction flagrante entre les résultats conchyliologiques et les résultats botaniques. En effet, loin d'indiquer un climat subtropical, le châtaignier fait supposer un climat semblable à celui qui règne aujourd'hui dans les vallées du pied des Alpes; non-seulement au midi, mais aussi dans le centre et au pied septentrional de la chaîne, en sorte qu'en prenant le châtaignier pour guide, le climat de Pontegana, à l'époque pliocène, n'aurait en aucun cas été plus chaud qu'aujourd'hui.

Le saule voisin du Salix riparia qui se trouve partout le long des rivières de la plaine Suisse et jusque dans les régions basses des Alpes n'est pas non plus de nature à

corroborer l'idée d'un climat plus chaud, à l'époque de Pontegana. Loin de là. Il en est de même de l'érable.

Mais c'est surtout le hêtre qui nous fournit l'argument le plus péremptoire contre la théorie de M. Mayer. A l'heure qu'il est, le hêtre n'est pas commun sur les collines de la Lombardie; il existe aux environs de Pontegana, mais pour le trouver en forêt, il faut s'élever à plusieurs centaines de mètres dans les gorges de la Breggia. Par conséquent, si l'on en juge par cette espèce qui est une des mieux circonscrites au point de vue du climat, on en conclura que le bassin de Chiasso ne devait pas être, à l'époque pliocène, bien différent de celui de nos jours. Il est vrai qu'à côté de ces espèces on en signale d'autres, qui indiquent un climat plus chaud, par exemple le laurier. Mais il est à remarquer qu'elles ne sont pas mentionnées à Pontegana, mais à la Folla d'Induno et dans plusieurs localités du pied de l'Appennin. Mais dussent-elles se rencontrer aussi à Pontegana, que la difficulté ne serait pas insurmontable. Il est possible, en effet, que lorsque la plaine du Pô formait un grand bras de mer, le climat du pied des Alpes ait été moins excessif, qu'il ait participé davantage des climats maritimes, de manière à comporter une plus grande amplitude de la flore et de la faune. Il faut bien qu'il en soit ainsi, pour que le hêtre, le laurier, le platane et le mélèze aient pu croître et prospérer ensemble à la Folla d'Induno.

Il resterait aussi à examiner si, dans les régions polaires, le caractère particulier de la faune marine boréale est aussi étroitement lié à l'influence des glaciers qui aboutissent à la mer qu'on le croit généralement, ou s'il n'est pas plutôt l'expression de l'ensemble du régime polaire,

comprenant la latitude, la configuration des continents, la distribution de la chaleur et de la lumière suivant les saisons. Pour se prononcer sur cette importante question, il faudrait connaître le caractère de la faune marine de certains parages où des glaciers viennent déboucher dans la mer sous des latitudes qui ne sont rien moins que polaires, ainsi au golfe de Penas sous 46° 40′ de latitude Sud, c'est-à-dire sous une latitude qui correspond à celle du lac de Thoune. Malheureusement nous ne savons que fort peu de chose de la faune marine des côtes méridionales du Chili. Nous doutons cependant qu'elle soit influencée par les glaciers au point de différer bien profondément de la faune des baies de Valdividia et de Conception, ni surtout qu'elle présente ce caractère monotone qui distingue les faunes arctiques, là où les glaciers descendent jusqu'à la mer. Rien ne serait plus instructif qu'une étude de la faune marine dans ces parages. Espérons que quelque jeune naturaliste aura la chance de s'y arrêter un jour et de compléter les observations de Darwin par l'examen attentif des coquilles marines au contact des glaciers. Sans avoir la prétention d'être prophète, nous ne serions pas étonné, si on y trouvait des espèces d'un caractère tempéré mélangées aux débris de la moraine, tout comme nous avons jadis recueilli nous-même au milieu du drift ou dépôt glaciaire de New-York avec des caillous rayés des coquilles appartenant sans exception aux espèces qui habitent encore aujourd'hui les mêmes parages [1]. Il y a longtemps aussi que l'on a reconnu que dans le terrain erratique d'Angleterre les coquilles fossiles sont identiques

[1] *Venus mercenaria*, *Ostrea Canadensis*, *Nassa trivittata*, *Mya arenaria*, *Purpura floridana*, etc. Voy. Bulletin Soc. géol. de France, 2me série, tome V, pages 89 et ss.

avec les espèces actuellement vivantes dans les mers britanniques, et n'ont nullement un caractère boréal comme en Scandinavie [1]. Ici donc le caractère de la faune marine n'a pas été altéré par l'envahissement des glaces, puisque les espèces sont encore les mêmes qu'au temps de la grande extension glaciaire. Pourquoi les espèces de l'ancienne mer lombarde auraient-elles été moins réfractaires, pourquoi auraient-elles moins résisté aux influences glaciaires que celles des côtes d'Amérique et d'Angleterre ? Dans ces circonstances, on a tort, à notre avis, de parler d'une mer *glaciale* au pied des Alpes. Il est possible, probable même que cette mer n'était pas plus glaciale que ne l'est celle des côtes du Chili de nos jours. On le voit, le problème n'est pas aussi simple qu'on veut bien le prétendre. En tous cas, il y a lieu encore à bien des études.

Objections géologiques.

C'est M. Alph. Favre qui a surtout combattu nos conclusions au point de vue géologique. Parfaitement au courant des phénomènes erratiques, notre savant confrère ne pouvait pas méconnaître la portée d'un fait aussi considérable que la présence, dans un même dépôt, de cailloux rayés et de coquilles marines. Il s'est rendu sur les lieux, a visité Casa Rizzardi, en compagnie du propriétaire, M. le comte Porro, y a recueilli des coquilles marines pliocènes, mais quant aux cailloux rayés, il a été moins heureux, puisqu'il n'en a trouvé qu'un seul. Cela est regrettable sans doute, mais ce n'est pas une raison pour en contester l'importance, du moment que d'autres géologues en avaient recueilli en assez grand nombre et

[1] Murchison cite entre autres le *Buccinum reticulatum*, la *Littorina litorea*, l'*Ostrea udelis*, etc. — Silurian System, p. 583.

qu'il lui eût suffi de se rendre chez M. le marquis Rosalez à quelques pas de là, pour en trouver toute une série.

M. Favre fait remarquer en outre que ce caillou unique était « entièrement couvert de coups et avait complétement perdu son poli » et il en conclut que « c'est un caillou glaciaire qui a été roulé, mais pas assez longtemps pour que la diminution de volume ait fait totalement disparaître les stries. » Ceci revient à dire que le point de départ du caillou doit être très-rapproché.

M. Favre est en effet trop familier avec les phénomènes des glaciers actuels pour ne pas savoir que les cailloux glaciaires perdent très-rapidement leurs stries du moment qu'ils ont quitté la moraine profonde, ou couche de boue, pour passer dans le torrent. Par conséquent, si le caillou de M. Favre conservait encore des stries, c'est une preuve qu'il n'a pas pu être apporté de loin par le torrent.

Qu'on cherche des cailloux striés aux glaciers Grindelwald ; on aura chance d'en trouver dans la moraine terminale, mais nous doutons fort qu'on en trouve dans le torrent de la Lütschinne, à quelques cent mètres en aval. Il suffit d'un trajet pareil pour effacer toute trace d'éraillure[1].

Quant aux coquilles pliocènes qui se trouvent dans le même dépôt, M. Favre admet qu'elles ont aussi été transportées, en d'autres termes qu'elles sont à l'état remanié. Mais en même temps notre savant contradicteur ne peut s'empêcher de reconnaître qu'il y en a qui sont fort bien conservées et ne semblent pas avoir été roulées. Pour échapper à cette difficulté, M. Favre admet que « ces

[1] Voir les expériences de C. Collomb sur l'usure des cailloux striés.

coquilles si bien conservées peuvent avoir été protégées en restant emballées pendant une certaine longueur de parcours dans la marne pliocène et être arrivées intactes presque sur place. » Nous avouons ne pas comprendre très bien comment des morceaux d'une terre aussi peu résistante que la marne pliocène auraient pu être transportés au loin par un torrent sans se dissoudre. Il est vrai qu'on a signalé des remaniements analogues aux environs de Lyon, où des fossiles miocènes se rencontrent au milieu des graviers et des cailloux de l'alluvion ancienne ou glaciaire. Et M. Favre d'en conclure qu'à l'instar de ces derniers, les coquilles de Casa Rizzardi ont été arrachées à quelque dépôt pliocène situé plus au Nord et transportées pêle-mêle avec les cailloux striés et les autres matériaux qui forment le dépôt, à la place qu'elles occupent maintenant.

Quelque invraisemblable que nous paraisse cette explication, nous ne voudrions pas la rejeter d'une manière absolue, puisqu'il existe des exemples de fossiles remaniés dans plusieurs formations; mais il nous paraît néanmoins quelque peu hazardé de recourir à des actions exceptionnelles pour expliquer des phénomènes généraux. C'est sans doute ce que l'on a senti et c'est pourquoi, de plusieurs côtés, on s'est appliqué à démontrer que la localité de Casa Rizzardi se qualifie tout particulièrement pour un dépôt torrentiel.

M. Favre insiste sur le fait que les sables et graviers de Casa Rizzardi, qui renferment les coquilles pliocènes, ne sont pas mélangés d'argile. En effet, on ne saurait douter qu'ils n'aient subi l'action de l'eau ; ils sont lavés, et sous ce rapport ils présentent un aspect bien différent des véritables dépôts glaciaires; en d'autres termes, c'est

du glaciaire remanié, si l'on peut envisager un simple lavage comme un remaniement.

Mais ce lavage suppose-t-il nécessairement un transport par les torrents? Nous le croyons d'autant moins que, dans le cas particulier, le transport que l'on revendique se serait effectué d'une manière tout à fait anomale, en ce sens qu'il aurait eu lieu sans broyer les coquilles et sans effacer les stries des cailloux. Il faut convenir qu'un pareil transport tiendrait du prodige pour peu qu'il ait eu lieu sur un parcours tant soit peu considérable, comme ce serait, par exemple, le cas si les coquilles de Casa Rizzardi avaient été amenées de Pontegana dans le Tessin (14 kilomètres), ou si les cailloux provenaient des environs immédiats de Côme (8 kilomètres en droite ligne) où quelques géologues voudraient arrêter l'extension des anciens glaciers.

Nous croyons qu'il existe un autre moyen d'expliquer le fait que les matériaux glaciaires de Casa Rizzardi ne sont pas mélangés de boue glaciaire, c'est de supposer qu'ils ont été lavés par la vague. Rien n'autorise à admettre que c'étaient des vagues d'eau douce qui effectuaient ce lavage, puisque cela supposerait des lacs d'une étendue aussi considérable que les Alpes lombardes elles-mêmes.

Que si au contraire nous admettons que c'est la vague de la mer qui effectuait le lavage au front de vastes glaciers descendant des Alpes sur la plage de la mer pliocène, qui occupait alors la plaine lombarde, on expliquera sans difficulté, non-seulement le lavage des matériaux mais aussi la présence au milieu d'eux de cailloux rayés, mélangés avec des coquilles en partie très-bien conservées. Si d'autres coquilles portent des traces

d'usure, comme c'est le cas des grosses espèces, cette usure s'explique fort bien par le choc de la vague; elle sera naturellement d'autant plus accusée, que la coquille sera plus pesante, tandis que les petites espèces auront chance d'être moins endommagées. C'est là ce qu'on peut voir sur toutes les côtes de nos continents. Pour expliquer l'usure, il n'est donc nullement nécessaire de recourir à des torrents. L'action de la vague et des courants est plus que suffisante.

Nous le répétons, l'inconvénient et le danger de l'explication de M. Favre à laquelle se sont associés MM. Mayer, Rutimeyer et d'autres, c'est de s'appuyer sur des détails locaux. Or, toute théorie, dans ces circonstances, court risque de s'écrouler du moment que les phénomènes se généralisent. A Casa Rizzardi, on a cru pouvoir invoquer la configuration du terrain pour expliquer par un transport local la présence simultanée de coquilles pliocènes et de cailloux striés dans le même dépôt. Ceci suppose que le même assemblage ne pourra se rencontrer que là où l'on peut invoquer un concours de circonstances semblables, savoir le voisinage d'un cours d'eau ou les traces d'une érosion, et la présence, en amont, de dépôts ou de formations d'où les galets striés et les coquilles auraient pu être détachés.

Néanmoins, nous ne sommes pas surpris que quelques personnes, compétentes d'ailleurs, aient pu admettre l'explication que nous combattons, aussi longtemps que la localité de Casa Rizzaadi était seule en cause, puisqu'il y avait là non-seulement un ruisseau (la Livescia), mais une large érosion pour l'appuyer, et que c'est au bord de cette érosion que se trouve le gisement qui renferme les coquilles.

La théorie du transport risque de devenir insuffisante

du moment que la même association de coquilles marines et de cailloux striés se rencontre ailleurs dans des conditions topographiques différentes, où il n'y a pas de gisements d'où les coquilles auraient pu être détachées, ni de torrent qui aurait pu en effectuer le transport. Or, nous connaissons aujourd'hui toute une série de localités auxquelles la théorie du remaniement n'est pas applicable.

Voici en effet ce qui a été constaté pendant le cours de l'été 1876, un an environ après la visite de MM. Favre, Rutimeyer et Mayer. Il s'agissait de s'assurer si, outre les gisements de Casa Rizzardi et de Fino, les seuls qui eussent été explorés jusqu'alors (et qui en réalité n'en forment qu'un, puisqu'ils sont situés sur les deux côtés d'une même érosion), il n'en existe pas d'autres qui présentent la même association de coquilles marines et de cailloux striés.

Un petit congrès de géologues s'était réuni à cet effet au commencement de juin de cette année à Camerlata. Il se composait de MM. Stoppani, professeur de géologie à Milan, Taramelli, professeur à Pavie, Mercalli, professeur à Monza, M. le marquis Rosalez Cigalini de Bernate et l'auteur de ces lignes. Heureusement que MM. Stoppani et Mercalli nous avaient préparé les voies, en dirigeant l'attention de leurs amis laïques et ecclésiastiques sur les carrières de gravier qui se trouvent dans les environs de Côme, les invitant à rechercher si le ballast qu'on en retire renfermait aussi chez eux des débris de coquilles mêlés à des cailloux glaciaires comme à Casa Rizzardi.

Après avoir jeté un coup d'œil en passant sur ce dernier gisement aujourd'hui célèbre, nous nous rendîmes

aux gravières de Fino situées en face. Les anciennes carrières s'étaient en grande partie effondrées et nous comprîmes qu'on ait pu avoir des doutes sur le caractère précis de ces dépôts. Mais de nouvelles carrières ont été ouvertes depuis dans un terrain contigu au Nord, et là nous avons pu reconnaître un mélange de cailloux striés et de coquilles pliocènes comme à Casa Rizzardi. Ce sont en général de petites espèces, des Nassa et des Dentalium. En revanche, l'aubergiste de Fino nous apprit qu'en creusant un puits près de sa maison, il avait trouvé, à 4 mètres de profondeur, une quantité de grosses coquilles spécialement des oreilles de mer (Strombus).

De Fino nous nous rendîmes à Ronco et à Bulgaro-grosso, où l'on avait également signalé des coquilles. Là, se trouvent en effet, au Nord du ruisseau la Livra, de grandes carrières de gravier dans lesquelles nous constatâmes le même mélange de coquilles et de cailloux glaciaires. Il est vrai qu'ici encore on pourrait invoquer un transport par le torrent qui aurait effectué ce dépôt parallèlement à la Livescia. On l'a, en effet, tenté, si nous sommes bien informé. Il n'en devenait dès lors que plus important de constater le même mélange ailleurs que sur les bords du ruisseau. C'est ce que nous fîmes à Monticello. MM. Anaboldi frères, propriétaires d'une filature, avaient recueilli dans une gravière près de leur établissement, au sommet du plateau, toute une collection de coquilles admirablement conservées, dont quelques-unes parfaitement intactes, entres autres des Cassidaires, des Natices, des Cérithes, qu'ils mirent gracieusement à notre disposition. On nous conduisit ensuite à la gravière où nous recueillîmes les mêmes espèces ainsi qu'un certain nombre de cailloux glaciaires avec des

traces incontestables de friction. Ici l'on est éloigné de toute espèce de cours d'eau et il n'existe non plus dans le voisinage aucune espèce d'érosion attestant l'action d'anciens courants. Et pourtant le mélange des matériaux est le même que dans les gravières ci-dessus!

Poussant plus loin nos explorations, nous eûmes l'occasion de constater la même chose au village de Caccivio situé également sur le plateau. M. le curé de la paroisse, don Giacomo Pedoja, s'étant intéressé à cette question, avait recueilli à son tour toute une collection de coquilles admirablement conservées provenant des carrières de gravier voisines de sa demeure. Les ayant visitées sous sa direction, nous pûmes constater qu'ici encore les cailloux glaciaires ne faisaient pas plus défaut que dans toutes les autres gravières et pourtant la carrière est située en plein plateau, comme à Monticello, loin de tout cours d'eau et de toute érosion ancienne.

Conclusion.

Ayant ainsi constaté de nos propres yeux l'identité de structure des dépôts erratiques sur nombre de points, aussi bien près des ruisseaux qu'au milieu du plateau, nous croyons ne pas trop nous hasarder, en pensant qu'elle ne peut avoir qu'une origine unique, qu'elle est le produit d'un phénomène général et non pas le résultat d'influences locales. Les observations ont été répétées sur un nombre de points assez considérable pour permettre de supposer que la même association de coquilles et de cailloux rayés doit se trouver partout à peu près au même

niveau, si bien qu'en creusant un puits sur n'importe quel point du plateau à l'Ouest et au Sud de Camerlata, on aura toute chance d'y trouver le même mélange de matériaux à une profondeur déterminée.

Il ne s'agit dès lors plus de transport locaux effectués par des torrents ; il s'agit d'un *horizon géologique* qui ne peut être que la conséquence d'une catastrophe générale qui n'est autre à nos yeux que l'extension des glaciers à la fin de la période pliocène. Ce sont les anciens glaciers qui, en descendant dans la plaine lombarde y ont mêlé leur moraine profonde aux dépôts de la mer.

De cette manière on conçoit que le phénomène se présente avec une généralité qui ne comporte nullement le transport des torrents, mais qui s'explique d'autant plus facilement au moyen de la ceinture de glaciers qui garnissait le pied des Alpes depuis le Piémont jusqu'en Vénétie.

Ajoutons encore que d'après les recherches de M. Bruno et de M. Stoppani, la même structure marino-glaciaire se voit d'une manière si possible encore plus évidente à l'issue de la vallée de la Dora Baltea. Non-seulement il existe des coquilles marines dans le dépôt erratique du grand amphithéâtre morainique, mais elles y pullulent. On les rencontre à la base de la célèbre moraine d'Ivrée (la Serra), où elles sont mélangées avec des galets et des blocs rayés de toute nature et de toute dimension. Il s'y trouve aussi de gros blocs anguleux qui sont parfois empâtés dans un calcaire formé de débris de coquilles pliocènes de toute espèce. Cette brèche alterne avec des sables jaunes pétris de grosses coquilles (Venus casina ?) et renfermant en même temps des blocs erratiques. Ces

derniers, ainsi que les galets striés, augmentent vers le sommet de la Serra et y forment même des amas assez réguliers, en sorte que l'on peut se demander s'il ne s'agit pas ici d'un bourrelet sous-marin, à l'instar des Osars de la Suède, plutôt que d'une véritable moraine. Quoi qu'il en soit, il paraît, d'après MM. Stoppani et Bruno, que c'est là, dans l'amphithéâtre d'Ivrée, que l'on devra désormais aller chercher les arguments les plus péremptoires en faveur de la thèse que nous défendons.

LA

FORMULE DES SEICHES

PAR LE

D[r] F.-A. FOREL
Professeur à l'Académie de Lausanne.

Les seiches des lacs sont des vagues d'oscillation fixe (vagues de balancement), en vertu desquelles l'eau oscille suivant le grand diamètre du lac (seiches longitudinales) et suivant son petit diamètre (seiches transversales).

Aux différentes démonstrations que j'ai déjà données à l'appui de cette théorie [1], je puis ajouter aujourd'hui la preuve mathématique. Une formule, tirée des mathématiques pures, s'applique parfaitement aux mouvements de l'eau dans les lacs.

Le D[r] Fréd. Guthrie, professeur à l'École des Mines de Londres, a étudié en 1875 le mouvement des vagues d'oscillation fixe dans des bassins d'expérience [2], et est arrivé

[1] Première étude sur les seiches du lac Léman, Lausanne, 1873. — Deuxième étude, Lausanne, 1875, librairie Rouge et Dubois. *Bulletin Soc. vaud. Sc. nat.*, XII, 213, XIII, 510. — Les seiches, vagues d'oscillation fixe des lacs. *Actes de la Société helvétique*, Andermatt, 1875. — Le limnimètre enregistreur de Morges. *Arch. des Sc. phys. et nat.* Genève, août 1876.

Voyez encore : *Archives*, janvier 1874 et août 1875. — *Annales de chimie et de physique de Paris*, 5me série, t. IX. — *Comptes Rendus* de l'Académie des sciences de Paris, LXXX, 107 ; LXXXIII, 712.

[2] On stationary liquid waves, by Frederick Guthrie. *Proceed. of the phys. Society*, vol. I, London, 1875.

à rapporter la durée de ces vagues à celle des oscillations du pendule. Mais il ne s'est occupé que des cas où le bassin est assez profond pour que les variations de la profondeur n'influencent plus la durée des vagues. Il a reconnu [1] que, dans le mouvement de balancement de l'eau, la profondeur a une très-grande influence sur la durée de la vague tant que le bassin est peu profond ; à mesure que la profondeur augmente cette action diminue, et lorsque la profondeur arrive à être une fraction importante de la longueur, cette action est absolument nulle. M. Guthrie ne s'est attaqué qu'aux cas où l'influence de la profondeur peut être négligée et il a reconnu :

1° *Que les oscillations circulaires binodales dans un bassin circulaire sont isochrones avec celles d'un pendule dont la longueur est égale au rayon du bassin* [2].

2° *Que les oscillations binodales dans un bassin rectangulaire sont égales en durée à celles d'un pendule dont la longueur est* $\frac{2}{\pi}$ *de la longueur du bassin.*

3° *Que la durée des oscillations mononodales dans un bassin rectangulaire est à celle des oscillations binodales du même bassin comme* $\sqrt{2} : 1$.

D'après ces lois du Dr Guthrie, la formule des vagues d'oscillation fixe dans des bassins de profondeur infinie serait, t étant la durée d'une demi-oscillation de l'eau, et

[1] Ainsi que je l'avais constaté moi-même dans ma première étude, p. 34.

[2] Dans l'énoncé de ces lois, le Dr Guthrie a considéré la durée de l'oscillation de l'eau comme étant une oscillation entière, à savoir le temps nécessaire pour ramener à son niveau l'eau qui s'est abaissée puis relevée ensuite, tandis que pour le pendule il a considéré la demi-oscillation, à savoir le temps pendant lequel le mobile se rend de droite à gauche ou de gauche à droite.

l la longueur du bassin (ou son diamètre dans les bassins circulaires) :

Oscillations binodales circulaires dans un bassin circulaire :

$$t = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{l}{2g}} \qquad (1)$$

Oscillations binodales longitudinales dans un bassin rectangulaire :

$$t = \sqrt{\frac{\pi l}{2g}} \qquad (2)$$

Oscillation uninodales longitudinales dans un bassin rectangulaire :

$$t = \sqrt{\frac{\pi l}{g}} \qquad (3)$$

C'est cette dernière formule (3) qui serait applicable aux seiches si les lacs étaient assez profonds pour que les lois de M. Guthrie pussent leur être attribuées. Mais la profondeur des lacs est trop faible proportionnellement à leur longueur pour que son influence puisse être négligée. En effet, l'action de la profondeur n'est négligeable que dans des bassins dont la profondeur est à la largeur dans un rapport de 1 : 2 ou moins encore, et dans les lacs suisses que j'ai étudiés au point de vue des seiches ce rapport était de 1 : 360 à 1 : 53.

Ces formules de M. Guthrie qui ne font pas intervenir la profondeur ne sont donc pas utilisables pour le calcul des seiches.

Je dois à l'obligeance du Dr C. Von der Mühl, professeur à l'Université de Leipzig, la communication d'un mémoire [1] de son grand-oncle, J.-Rud. Merian, de Bâle,

[1] Ueber die Bewegung tropfbarer Flüssigkeiten in Gefässen. Abhandlung von Dr J.-Rud. Merian. Basel, 1828.

qui a étudié par l'analyse mathématique les mouvements des liquides dans les bassins. Partant des équations différentielles de la mécanique analytique de Lagrange, qui expriment d'une part la pression exercée de différents côtés sur un des éléments d'un liquide contenu dans un vase, et d'une autre part la vitesse de cet élément suivant trois axes à angle droit, Merian est arrivé entre autres (page 31) à une équation :

$$t = \sqrt{\frac{\pi l}{g}} \left(\frac{e^{\pi \frac{h}{l}} + e^{-\pi \frac{h}{l}}}{e^{\pi \frac{h}{l}} - e^{-\pi \frac{h}{l}}} \right)^{\frac{1}{2}} \qquad (4)$$

qui exprime la durée t de l'oscillation simple de l'eau en fonction de la longueur l et de la profondeur h du bassin.

« Si le bassin, dit Merian, était de profondeur infinie $h = \infty$, on aurait

$$t = \sqrt{\frac{\pi l}{g}} \qquad (5)$$

Autrement dit : *La durée d'une oscillation de l'eau serait à celle du pendule de longueur* 1 *comme* $1 : \sqrt{\pi}$[1]. Si h n'est pas infini, cette valeur doit être multipliée par le terme entre parenthèse (4). Autrement dit : *La durée de l'oscillation est ralentie par le peu de profondeur de l'eau et cela d'autant plus que la profondeur est moins forte.* »

Si les seiches sont bien, comme je le suppose, des mouvements d'oscillation fixe de l'eau, cette formule doit exprimer leur rhythme. C'est ce que nous allons vérifier.

[1] C'est la même formule à laquelle est arrivé le Dr Guthrie, formule (3).

Tout d'abord j'ai appliqué cette formule (4) aux expériences que j'avais faites sur le balancement de l'eau dans un bassin rectangulaire à parois planes et à profondeur régulière (Ire étude, p. 33).

La longueur du bassin étant de $1^m,30$, l'expérience m'avait donné :

Pour une profondeur de $0^m,35$ une durée d'oscillation simple de 0,80 seconde ;

Pour une profondeur de $0^m,05$ une durée d'oscillation de $1'',82$.

La formule de Merian (4) appliquée à ces données arrive à une durée de $0'',78$ pour le premier cas, de $1'',86$ pour le deuxième cas. La différence est assez faible pour que je puisse l'attribuer à des erreurs d'expérimentation et je dois admettre que la formule s'applique bien à l'oscillation, soit balancement de l'eau, dans un bassin régulier.

En sera-t-il de même dans un bassin irrégulier ?

Dans ma première étude (p. 35 et 36), j'ai déjà abordé l'influence de l'inclinaison du fond du bassin. Après avoir rempli d'eau mon bassin d'expérimentation jusqu'à une hauteur donnée, et avoir mesuré le nombre des oscillations lorsque le fond était horizontal, j'ai incliné le bassin de manière à ce que la profondeur de l'eau fut double à l'une des extrémités de ce qu'elle était à l'autre ; j'ai constaté que la durée des oscillations n'était pas modifiée. En poussant l'expérience à l'extrême et en faisant la profondeur dix fois plus forte à l'une des extrémités qu'à l'autre, j'ai reconnu que la durée des oscillations était ralentie il est vrai, mais l'était d'une quantité si faible, $^1/_{20}$ environ, que je puis dire qu'elle n'est pas sensiblement modifiée.

Je puis donc admettre que l'inclinaison du fond ne modifie pas la durée de l'oscillation, que celle-ci est par conséquent fonction de la profondeur moyenne et non des profondeurs extrêmes.

Dans le cas où le fond au lieu d'être régulier deviendrait inégal et irrégulier, peut-on admettre que la profondeur moyenne réglerait encore la durée des oscillations de l'eau ? L'analogie permet de le supposer.

J'ai donc essayé d'appliquer la formule de Merian au bassin irrégulier, incliné et inégal[1] des lacs et de chercher si les valeurs qu'elle donnerait pourraient s'appliquer convenablement aux seiches.

Mais là je me trouvais en présence d'une inconnue : la profondeur moyenne des lacs. Étant donnés les sondages plus ou moins nombreux dont on dispose pour le relief d'un lac, y a-t-il possibilité d'en déduire la profondeur moyenne de ce lac ? J'aurais pu l'essayer ; j'ai préféré suivre une autre marche.

J'ai transformé l'équation de Merian pour faciliter les calculs, en

$$t = \sqrt{\frac{\pi l}{g}} \left(\frac{e^{2\pi \frac{h}{l}} + 1}{e^{2\pi \frac{h}{l}} - 1} \right)^{\frac{1}{2}} \qquad (6)$$

puis j'en ai déduit la valeur de h, profondeur moyenne du lac.

[1] Du reste l'étude précise que l'on a faite dans les dernières années du relief des lacs suisses montre que leur plancher est beaucoup plus égal et beaucoup moins accidenté qu'on ne pouvait le supposer.

$$h = \frac{l}{\pi} \left\{ \frac{\log. \sqrt{\dfrac{t^2 + \dfrac{\pi l}{g}}{t^2 - \dfrac{\pi l}{g}}}}{\log. e} \right. \qquad (7)$$

De cette manière, je puis, ou bien chercher la durée des seiches étant connues la longueur et la profondeur moyenne du lac, ou bien calculer la profondeur moyenne étant connues la longueur du bassin et la durée des seiches. J'ai exécuté quelques-uns de ces calculs en utilisant les données que je possède et je les ai trouvés parfaitement réalisables. En voici quelques exemples :

I. *Seiches longitudinales du lac de Neuchâtel.*

Longueur du lac 38 200^m. Profondeur maximale 135^m. Durée des seiches 2840 secondes [1].

Si je cherche d'après la formule (6) la durée des seiches pour diverses profondeurs, je trouve :

pour une profondeur de	135^m	la durée serait de	2120″
»	100^m	»	2446″
»	80^m	»	2724″

Si je cherche, d'après la formule (6), la profondeur moyenne, je la trouve de 72 mètres. Ce chiffre est très-admissible étant connues les circonstances du relief de ce lac relativement peu profond.

II. *Seiches longitudinales du lac de Brienz.*

Longueur du lac 13 700^m. Profondeur maximale 261^m. Durée des seiches 574″ [2].

[1] Deuxième étude, p. 86.

[2] Ce chiffre résulte de la combinaison des observations déjà publiées (Deuxième étude, p. 94) et de nouvelles observations faites le 9 septembre 1875.

D'après la formule (7), la profondeur moyenne de ce lac serait de 233^m, chiffre qui correspond très-suffisamment avec le relief de ce lac à fond très-plat et très-égal.

III. *Seiches longitudinales du lac de Thoune.*

Largeur du lac 17 500^m. Profondeur maximale 217^m. Durée des seiches 882 secondes [1].

D'après la formule (6) la durée des seiches, étant donnée la longueur de ce lac,

pour une profondeur moyenne de	200^m	serait de	793″
»	175^m	»	844″
»	160^m	»	885″

IV. *Seiches transversales du lac Léman.*

Largeur du lac 13 800^m, profondeur maximale 334^m. Durée moyenne des seiches 600 secondes [2].

D'après l'équation (6) nous aurions pour la durée des seiches

508	secondes si	la profondeur	moyenne était de	300^m
558	»	»	»	250^m
602	»	»	»	215^m
624	»	»	»	200^m

D'une autre part, si je calcule à l'aide de l'équation (7) la profondeur moyenne du lac, j'arrive au chiffre de 216 mètres.

Ce chiffre de 216 mètres est parfaitement conciliable

[1] Ce chiffre qui corrige celui que j'ai donné dans ma IIme étude, p. 92, résulte de très-bonnes observations faites à Thoune le 26 septembre 1875.

[2] D'après mon limnimètre enregistreur.

avec ce que nous connaissons de la profondeur moyenne du grand lac [1].

Les résultats de ces calculs correspondent assez suffisamment aux faits connus pour que je puisse admettre que la formule de Merian s'applique très-convenablement aux lacs ; à l'aide de cette formule l'on pourra donc calculer la durée des seiches des lacs dont le relief est connu, apprécier la profondeur moyenne d'un lac par l'étude de la durée de ses seiches.

C'est ainsi que, avec son secours, j'ai pu résoudre deux problèmes qui m'avaient arrêté jusqu'à présent.

Le premier se rapporte au lac de Constance et j'ai posé les termes de la question dans ma seconde étude, p. 85. Les seiches dont j'ai mesuré la durée le 14 septembre 1874, à Bregenz, et auxquelles j'ai trouvé une valeur moyenne de 3 594 secondes, sont des seiches longitudinales, cela est hors de doute. Mais oscillent-elles suivant toute la longueur du lac de Ludwigshafen à Bregenz, ou bien négligeant le golfe long et étroit du lac d'Ueberlingen, le mouvement principal du lac de Constance vient-il se butter au cap de Staad, et oscille-t-il de Constance à Bregenz et vice versâ ? Autrement dit la longueur des seiches est-elle de 64,8 kilomètres ou seulement de 47 ?

Appliquons la formule (7).

Avec des seiches de 3 594 secondes de durée, le lac ayant 64 800 mètres de long, la profondeur moyenne serait de 272 mètres.

Le lac ayant 47 000 mètres de long, la profondeur moyenne serait de 139 mètres.

[1] En étudiant les conditions générales du grand lac, j'avais, il y a quelques années, évalué sa profondeur moyenne à 200 mètres (Carte hydrographique du lac Léman, *Archives*, janvier 1875 t. L, p. 5).

Or, la profondeur maximale est de 276 mètres, et il est évident que c'est le chiffre de 139 mètres qui est le plus près de la vérité pour exprimer la profondeur moyenne. Nous résoudrons, en conséquence de cela, le problème en disant que les seiches du 14 septembre 1874 étaient des seiches longitudinales du lac de Constance oscillant de Bregenz à Constance et vice versâ.

Le second problème que j'ai pu résoudre, grâce à la formule de Merian, se rapporte aux seiches longitudinales du lac Léman, dont j'ai décrit ailleurs la complication [1]. Je développerai ce sujet dans une autre occasion.

Il est cependant quelques lacs pour lesquels je me trouve arrêté. Les résultats des calculs ne se montrent pas d'accord avec les données que je possède. C'est ce qui a lieu pour les lacs de Wallenstadt, de Joux et de Morat.

Pour ces deux derniers lacs, il est probable qu'une vérification nécessaire me montrera une durée des seiches beaucoup plus considérable que celle que j'ai constatée lors de mes premières études; il est probable que lorsque j'ai mesuré la durée de leurs seiches il y avait de

[1] IIme étude, p. 64. — Sans entrer pour le moment dans plus de détails, je puis dire que soit l'expérimentation dans des petits modèles en relief du lac dans lesquels j'ai fait osciller de l'eau, soit le calcul, soit enfin l'observation des seiches à Genève, ont confirmé les suppositions que je faisais dans ma deuxième étude. Les seiches de 73 minutes de durée que j'ai observées à l'aide du plémyramètre à Évian et à Morges, à l'aide du limnimètre enregistreur à Morges, et au limnimètre du Jardin Anglais de Genève, sont les seiches longitudinales du lac Léman dans son ensemble; les seiches de 35 minutes de durée que j'ai observées à Veytaux et à Chillon sont les seiches longitudinales du grand lac; les seiches de 30 minutes de durée, observées généralement à Genève, sont des seiches longitudinales propres au petit lac et oscillant de Genève à la barre de Promenthoux et vice versâ.

ces irrégularités et interférences dont j'ai donné des exemples dans les tracés de mon limnimètre enregistreur de Morges [1].

Pour le lac de Wallenstadt, je suis en mesure de corriger très-heureusement mes données primitives.

V. *Seiches longitudinales du lac de Wallenstadt.*

Longueur du lac 15 500 mètres.

La profondeur mesurée lors du sauvetage du bateau à vapeur le *Dauphin*, en 1851, était de 114 mètres. D'après le dire des ingénieurs, le fond étant plat autour du bateau, l'on pouvait admettre que ce chiffre indiquait la profondeur maximale.

Quant à la durée des seiches, 871 secondes, je savais pouvoir en être très-certain, les oscillations que j'ai mesurées le 18 septembre 1874, par un jour de Föhn, étant très-régulières et très-belles.

Or, en appliquant le calcul à ces données, je trouvais d'après la formule (7) pour la profondeur moyenne du lac de Wallenstadt 128 mètres, chiffre absolument incompatible avec une profondeur maximale de 114 mètres. Il y avait là évidemment une erreur, et vu les conditions spéciales de ce lac dont le bassin semble parfaitement symétrique et dont les seiches doivent être parmi les plus régulières, j'ai voulu tirer la question au clair et chercher la nature de l'erreur.

Je me suis rendu à Weesen, le 3 octobre 1876, muni des sondes nécessaires, et j'ai fait dans la moitié occidentale des sondages en nombre suffisant qui m'ont donné les chiffres suivants.

[1] *Archives*, août 1876, planche II, fig. 2 et 3.

	1/3 lac. Rive droite.	Milieu du lac.	1/3 lac. Rive gauche.
Devant le Bayrenbach	97m	—	—
» Zelern	—	—	104m
» Zeren	128m	—	—
» im tiefen Winkel	133m	—	118m
» Quinten	136m	138m	—

De ces chiffres je conclus que le fond du lac est parfaitement régulier et va en s'affaissant avec une pente de environ six pour mille jusqu'à la profondeur maximale de 138 mètres; il est probable, d'après ce que j'ai vu dans ce lac et d'après ce que nous connaissons du relief des lacs en général, que le fond est symétrique et se relève de la même manière du côté de Wallenstadt. Nous pouvons donc sans aucune difficulté admettre que la profondeur moyenne de ce lac est de 125 mètres environ et nous avons ainsi très-suffisamment la solution de la difficulté qui m'avait inquiété.

J'espère, avec le temps, arriver à résoudre d'une manière aussi satisfaisante que pour le lac de Wallenstadt les exceptions apparentes qui restent encore à l'application de la formule de Merian.

En me fondant sur les exemples assez nombreux et suffisants, dans lesquels les données que nous offre l'observation ont satisfait aux calculs de la formule mathématique, je crois pouvoir tirer de cette vérification une preuve nouvelle à l'appui de ma théorie qui fait des seiches les vagues d'oscillation fixe des lacs (vagues uninodales).

Je dois à Sir William Thomson, professeur à l'Université de Glasgow, une simplification très-importante de la

formule de Merian, qui en rendra l'application plus facile et plus pratique. Dans une lettre du 6 octobre 1876, il me dit entre autres :

« Dans le cas où la longueur d'un bassin est très-considérable par rapport à la profondeur, de telle manière que $\frac{h}{l}$ soit une très-petite fraction, la formule de Merian devient approximativement :

$$t = \sqrt{\frac{\pi l}{g}} \left\{ \frac{1 + \frac{1}{2}\left(\pi \frac{h}{l}\right)^2}{\pi \frac{h}{l}} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

ou [1] $$t = \frac{l}{\sqrt{gh}} \left\{ 1 + \frac{1}{4}\left(\pi \frac{h}{l}\right)^2 \right\}$$

Il est probable que dans les lacs où vous avez à appliquer la formule, les conditions sont telles que le terme $\frac{1}{4}\left(\pi \frac{h}{l}\right)^2$ peut être négligé sans inconvénient, de sorte

[1] En suivant des marches différentes, mes collègues MM. Dufour et Amstein, professeurs à l'Académie de Lausanne, ont transformé la formule de Merian de la manière suivante :

M. Ch. Dufour $$t = \frac{l}{\sqrt{gh}} \left\{ 1 + \frac{\pi h}{l} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

M. le Dr Amstein $$t = \frac{l}{\sqrt{gh}} \left\{ 1 + \frac{1}{2} \frac{\pi h}{l} \right\}$$

Comme dans la forme donnée par M. Thomson on peut dans ces deux formules supprimer les termes $\frac{\pi h}{l}$ ou $\frac{1}{2}\frac{\pi h}{l}$ et arriver ainsi à

$$t = \frac{l}{\sqrt{gh}}$$

Les différences que présentent ces trois formules tirées de la même équation proviennent de ce que dans le développement des termes les trois auteurs ont été amenés à laisser de côté des valeurs dont l'importance était assez faible pour qu'elles pussent, sans inconvénients, être négligées. La marche étant différente, les termes négligés n'étaient pas les mêmes, ce qui explique la divergence apparente des trois formules définitives.

qu'en definitive vous auriez simplement

$$t = \frac{l}{\sqrt{gh}} \qquad (8)$$

ce qui peut se traduire ainsi : *La demi-période d'une oscillation de seiche est le temps qui serait employé pour traverser la longueur du lac avec la vitesse qu'acquerrait un corps tombant d'une hauteur égale à la moitié de la profondeur moyenne du lac.* »

J'ai aussitôt essayé d'appliquer cette formule (8) et voici les résultats que la comparaison avec celle de Merian m'a donnés :

	Dimensions du lac.		Durée des seiches calculée[1].	
	Longueur.	Profondeur.	Formule de Merian.	Formule de Thomson.
Seiches longitudinales, Lac de Neuchâtel	38 200ᵐ	80ᵐ	1362″	1364″
Seiches longitudinales. Lac de Brienz	13 700	233	287	286,7
Seiches transversales. Lac Léman	13 800	216	300,6	300

L'écart entre les résultats des deux formules est insignifiant et en tous les cas très-loin de l'importance des erreurs que l'on est exposé à faire en mesurant la durée des seiches.

Cette formule de Thomson est donc parfaitement applicable à l'étude des seiches, dans des lacs relativement peu profonds comme le sont nos lacs suisses, et, comme elle est beaucoup plus simple que celle de Merian, elle devra lui être préférée.

L'on peut de cette formule (8) tirer :

$$h = \frac{l^2}{gt^2} \qquad (9)$$

[1] Oscillation simple, ou demi-seiche.

ce qui permet de calculer la profondeur moyenne d'un lac étant connues la longueur de ce lac et la durée de ses seiches,

ou encore $$l = t \sqrt{gh} \qquad (10)$$

formule qui serait applicable à la résolution de quelques cas spéciaux.

L'on peut enfin développer cette même formule (8) en disant : *que la durée des seiches est proportionnelle à la longueur des lacs et inversément proportionnelle à la racine carrée de leur profondeur moyenne.*

SUR LA

CONDUCTIBILITÉ DE L'HYDROGÈNE POUR LA CHALEUR

ET SUR LA

DIATHERMANSIE DE L'AIR SEC ET DE L'AIR HUMIDE

Par M. H. BUFF

Il est encore, on le sait, dans l'étude de la transmission de la chaleur à travers les gaz plusieurs points très-controversés, en particulier ce qui a trait à la conductibilité si remarquable attribuée par Magnus à l'hydrogène et surtout ce qui concerne la diathermansie de l'air sec et de l'air humide, qui a fait entre Magnus et M. Tyndall le sujet d'une discussion mémorable, dans laquelle la science n'a pas encore dit son dernier mot. M. Buff a fait dernièrement de cette double question une étude très-approfondie, dont nous désirons donner une analyse détaillée, les *Archives* ayant reproduit jusqu'ici toutes les pièces de cet intéressant débat[1].

[1] Consultez pour l'étude de cette question : Tyndall, sur la diathermansie des gaz, *Archives*, 1859, t. V, p. 232; Magnus, conductibilité des gaz pour la chaleur, *Archives*, 1861, t. X, p. 186; Tyndall, action des gaz et des vapeurs sur le calorique rayonnant, *Archives*, 1861, t. X, p. 373; surtout le mémoire étendu de Magnus, sur la propagation de la chaleur dans les gaz, *Archives*, 1861, t. XII, p. 97; puis Tyndall, sur le rayonnement et sur l'absorption, *Archives*, 1851, t. XII, p. 377; le même, sur l'absorption et le rayonnement de la chaleur par les matières gazeuses, *Archives*, 1862, t. XIII, p. 260; Ma-

La méthode employée par Magnus dans ces recherches était caractérisée par le fait que la source calorifique et l'appareil thermométrique étaient disposés immédiatement, et sans autre intermédiaire, aux deux extrémités de la colonne gazeuse dont il s'agissait de déterminer l'effet. La colonne gazeuse était verticale, avec la source calorifique, à sa partie supérieure, pour éviter les courants gazeux. Son appareil consistait essentiellement en un cylindre vertical en verre mince, reposant sur la platine d'une pompe pneumatique, et dans lequel on pouvait à volonté faire le vide ou introduire un gaz quelconque. La paroi terminale supérieure de cette cloche servait de fond à un autre vase cylindrique, également en verre, soudé sur le premier et rempli d'eau bouillante; elle constituait la source calorifique. Environ 50 millimètres au-dessous de cette paroi de verre à 100 degrés se trouvait la boule d'un thermomètre fixé horizontalement dans une tubulure de la grande cloche. Dans les expériences sur la conductibilité des gaz un écran en liége ou en cuivre argenté

gnus, passage de la chaleur rayonnante à travers l'air humide, et propriétés hygroscopiques du sel gemme et réponse de Tyndall, *Archives*, 1862, t. XV, p. 21; puis le mémoire capital de Tyndall sur l'absorption et le rayonnement de la chaleur par les substances gazeuses, *Archives*, 1863, t. XXI, p. 5; Magnus, diathermansie de l'air sec et de l'air humide, *Archives*, 1863, t. XVIII, p. 50; Tyndall, rapport qui règne entre la chaleur rayonnante et la vapeur d'eau, *Archives*, même vol., p. 83; le même, absorption et rayonnement de la chaleur par les substances gazeuses, *Archives*, 1864, t. XX, p. 152; Magnus, influence de la condensation dans les expériences sur la diathermansie, *Archives*, 1864, t. XX, p. 168; le même, influence de l'absorption de la chaleur sur la formation de la rosée et réponse de Tyndall, *Archives*, 1866, t. XXVI, p. 89; Magnus, influence de la vaporhésion dans les expériences sur l'absorption de la chaleur, *Archives*, 1867, tome XXVIII, p. 290; Wild, de l'absorption de la chaleur rayonnante par l'air sec et l'air humide, *Archives*, 1866, t. XXVII, p. 233.

placé au-dessus du thermomètre servait à arrêter le rayonnement direct. Toutefois même alors la conductibilité n'était pas la principale cause de l'échauffement du thermomètre, car celui-ci était plus grand dans le vide ou dans l'air raréfié que dans l'air à des pressions plus élevées. Le rayonnement masquait donc en réalité l'effet résultant de la conductibilité. Un seul gaz faisait ici exception, l'hydrogène qui donnait un effet calorifique plus fort que le vide et d'autant plus marqué que la pression était plus élevée. C'est de là précisément que Magnus crut pouvoir conclure avec certitude que l'hydrogène possède une conductibilité proprement dite, très-forte, analogue à celle des métaux.

Quels qu'aient été les soins et l'habileté qui ont présidé aux recherches de Magnus, cette conclusion remarquable ne laissait pas que de prêter le flanc à certaines objections; ainsi dans ces expériences les effets de la conductibilité et du rayonnement n'étaient pas suffisamment séparés, d'autre part la comparaison entre la conductibilité d'un gaz et celle d'un métal n'était pas en elle-même très-claire. M. Buff s'est donc appliqué à reprendre sur ce point le travail de Magnus en faisant usage pour cela d'un appareil presque identique à celui que nous venons de décrire sommairement, seulement le vase en verre servant de source calorifique fut remplacé par un vase en laiton, mastiqué hermétiquement sur le cylindre en verre et dont la face inférieure était polie de manière à ne présenter qu'un très-faible rayonnement. De plus, au thermomètre fut substitué un système thermo-électrique formé de deux fils, l'un de fer, l'autre d'argentane, dont la soudure aplatie au marteau était disposée à 23 millimètres environ au-dessous de la source de chaleur. L'écran fut

éliminé comme nuisant à la bonne marche des expériences et ne remplissant pas son but par suite de l'échauffement qu'il subissait et de l'élévation de température des parois latérales du cylindre de verre.

Celles-ci s'échauffent en effet notablement, comme M. Buff l'a reconnu, en sorte qu'elles rayonnent vers l'appareil thermométrique et provoquent des courants ascendants de gaz chaud qui troublent les résultats, d'autant plus que les expériences sous la forme où les faisait Magnus se prolongeaient pendant 20 à 40 minutes jusqu'à ce que le thermomètre eût atteint sa hauteur maxima.

En vue de raccourcir le temps de l'expérience tout en obtenant des résultats comparables entre eux, M. Buff a modifié la marche de l'expérience comme suit : Le vase supérieur est d'abord rempli d'eau à une température T telle que l'aiguille du galvanomètre soit au 0, puis l'on soutire une partie de cette eau qu'on remplace par de la plus chaude, ce qui produit un mélange à 40, 50 ou 60 degrés environ. On laisse se refroidir graduellement le mélange qui constitue la source de chaleur, pendant le temps que l'appareil thermo-électrique met à arriver à sa déviation maximale τ au galvanomètre ; à ce moment sa température est T' et on admet que l'effet total est proportionnel à $T' - T = t$ et que pour obtenir des résultats comparables on devra diviser les déviations obtenues par t pour les ramener à une différence des températures initiale et finale qui serait égale à 1 degré. C'est donc $\frac{100\,\tau}{t}$ qui sera pris pour la mesure comparative de l'effet calorifique à travers les différents gaz.

Une première série d'expériences préliminaires donna un effet calorifique plus grand à travers l'air et l'hydro-

gène à 760 millimètres qu'à travers ces mêmes gaz raréfiés, c'était là le résultat de Magnus pour l'hydrogène étendu même à l'air, quoique à un moindre degré. En même temps M. Buff remarqua que le galvanomètre de l'appareil thermo-électrique conservait longtemps encore sa déviation maxima, quand même le vase à eau chaude avait continué à se refroidir. Cela tenait évidemment à ce que l'échauffement des parois et les courants gazeux qui en résultaient compensaient ce refroidissement de la source calorifique principale et cela démontrait la cause d'erreur à laquelle avaient été soumises les expériences de Magnus. En effet, c'est à l'excès de chaleur apporté à la soudure thermo-électrique par les courants gazeux que devait être attribué avant tout l'échauffement plus grand dans les gaz à pression ordinaire que dans les gaz raréfiés. Pour écarter cette cause d'erreur, M. Buff disposa sur la platine de la pompe pneumatique un second cylindre en verre et remplit l'intervalle de ces deux cylindres avec de l'eau à la même température que la chambre.

Les résultats obtenus avec ou sans écran furent alors :

	$\frac{100\,\tau}{t}$	
	Avec écran.	*Sans écran.*
Air sec	88,7	91,6
Vide d'air	144,6	165,5
Hydrogène sec	190,0	242,6
Vide d'hydrogène	187,2	175,8

L'écran, ne modifiant que peu les résultats, fut dès lors supprimé. Tout effet anomal avait donc cessé pour l'air, quant à l'hydrogène, la différence suivant la pression subsistait dans le sens admis par Magnus, mais le résultat

déjà obtenu pour l'air semblait indiquer que les courants gazeux chauds étaient la seule cause de cette différence entre l'hydrogène et le vide en faveur du premier, en effet l'eau froide se réchauffait graduellement un peu dans le haut, au voisinage de la source calorifique. M. Buff para alors à cet inconvénient en établissant une circulation d'eau dans le cylindre extérieur de bas en haut ; de plus il écarta davantage la soudure thermo-électrique en la plaçant à 45 millimètres du vase chaud. Cette fois les résultats obtenus avec l'hydrogène à la pression ordinaire et dans le vide furent presque exactement les mêmes. En éliminant dans la méthode de Magnus les causes d'erreur provenant du réchauffement des parois du vase et des courants gazeux qu'il détermine, on arrive donc à ce résultat important que *l'hydrogène à la pression ordinaire transmet la chaleur obscure d'une source à 40 ou 50 degrés centigrades avec la même facilité à peu près que le vide.* C'est par cette grande diathermanéité que se caractérise l'hydrogène, bien plus que par sa conductibilité. Ce gaz possède certainement, comme tous les autres, une conductibilité déterminée pour la chaleur, mais celle-ci n'atteint pas à beaucoup près la valeur que Magnus avait cru pouvoir lui assigner. Ce que ce physicien mesurait, c'était l'effet de la diathermanéité troublé par plusieurs causes d'erreur, non la conductibilité, beaucoup trop faible pour être appréciée par la méthode qu'il mettait en usage. Courants gazeux et grande diathermanéité de l'hydrogène, telles sont les deux causes qui expliquent l'expérience de Grove sur la non-incandescence d'un fil de platine traversé par un courant, lorsqu'il est placé dans ce gaz.

Il ressortait en même temps des expériences de M. Buff

que l'air exerce une résistance considérable au passage des rayons de chaleur obscure et que la mince couche considérée avait le pouvoir d'arrêter à peu près la moitié des rayons calorifiques. C'est ce que confirma une nouvelle série de mesures exécutées par ce physicien avec la précaution d'enduire la soudure thermo-électrique de noir de fumée, pour la rendre plus sensible.

La moyenne de cinq expériences donne en effet pour l'air sec à la pression atmosphérique

$$\frac{100\,\tau}{t} = 20{,}7$$

tandis que l'on n'a obtenu pour l'air raréfié à 1,5 millimètres que

$$\frac{100\,\tau}{t} = 43{,}4$$

ainsi donc plus de la moitié des radiations calorifiques obscures qui pénètrent dans de l'air sec à la pression atmosphérique sont déjà absorbées dans les premières couches. La diathermanéité de l'air croit plus vite que le degré de raréfaction, ainsi vers 100 millim. elle est déjà très-voisine de celle du vide.

En voulant opérer sur une colonne gazeuse plus longue, l'auteur se trouva en présence de nouvelles sources d'erreur. Ayant en effet porté de 48 à 100 mill. l'intervalle qui séparait la soudure de la source de chaleur, après même avoir enduit cette dernière aussi de noir de fumée, il n'obtint presque plus d'effet et l'échauffement était proportionnellement plus fort avec l'air qu'avec le vide. La déperdition par rayonnement vers les parois froides étant plus faible dans le premier cas que dans le second. Un double cylindre de carton fut alors placé dans

l'intérieur du cylindre de verre, pour soustraire autant que possible la soudure à l'action des parois. Les indications de l'appareil thermo-électrique arrivèrent ainsi à se rapprocher beaucoup de ce qu'elles étaient dans les expériences antérieures, sans toutefois les atteindre. Le résultat étant toujours : absorption par l'air sec de la moitié environ des radiations calorifiques, diathermanéité de l'hydrogène égale à celle du vide.

M. Buff n'a pas encore étendu ses expériences à des colonnes gazeuses plus longues que 100 millim. Magnus, lui, avait poussé plus loin l'écartement de la source calorifique et de l'appareil thermométrique. Si dans une première série d'observations faites exclusivement en vue de mesurer la conductibilité, il a opéré à de petites distances, 55 millim. avec thermomètre à mercure et écran interposé, dans une seconde série destinée à l'étude du rayonnement il a opéré sur une colonne gazeuse haute de 200 mill. au moins et avec une pile de Melloni sans écran. Les gaz ne se sont pas rangés dans le même ordre dans ces deux séries : l'hydrogène que Magnus avait placé au premier rang pour la conductibilité ne venait pour le rayonnement, d'après sa seconde série, qu'après l'air et l'oxygène. Or ce qu'il mesurait dans le premier comme dans le second cas c'était le rayonnement altéré par des causes d'erreur diverses, de là la contradiction entre ses deux séries.

M. Buff pense que les deux principaux défauts du procédé employé par Magnus pour l'étude du rayonnement à grande distance sont : 1° l'échange par conductibilité calorifique entre les deux faces de la pile, trop rapprochées l'une de l'autre et toutes deux plongées dans le gaz soumis à l'expérience, sans disposition convenable pour refroidir la face inférieure et la maintenir à une température

constante pendant le temps très-long, 20 à 40 minutes, que dure l'expérience ; 2° la longueur trop grande de la colonne gazeuse comparée à l'écartement relativement faible des parois froides de l'appareil.

M. Buff aborde ensuite la question tant discutée de la diathermanéité relative de l'air sec et de l'air humide à laquelle Magnus et M. Tyndall ont donné deux solutions si divergentes, le premier estimant que l'absorption par l'air humide n'est presque pas plus forte que par l'air sec, le second affirmant qu'elle est 40, 50, 60 fois plus forte.

La méthode employée par M. Tyndall pour l'étude de la transmission de la chaleur à travers les gaz est absolument différente de celle de Magnus ; au lieu de mettre source de chaleur et appareil thermométrique au contact immédiat de la colonne gazeuse, il introduisait entre ces deux appareils un tube métallique horizontal, plein du gaz à étudier, fermé à ses deux extrémités par des plaques de sel gemme. Entre la source qui était un cube de Leslie et la première plaque était une chambre vide d'air. Avant d'arriver à la pile thermo-électrique les rayons calorifiques n'en avaient pas moins à traverser outre la colonne gazeuse soumise à l'expérience, deux plaques de sel gemme et une colonne d'air entre le tube et la pile. L'absorption par l'air et le sel gemme était donc un facteur constant dans les expériences du savant anglais, lequel mesurait en réalité l'augmentation qui résultait pour cette absorption déjà existante et prise à tort pour 0 de l'interposition du gaz étudié. M. Buff avait déjà mesuré l'absorption par l'air, restait à déterminer le rôle joué par le sel gemme dans l'expérience de M. Tyndall. N'ayant comparé l'absorption du sel gemme qu'à celle de l'air qu'il considérait

comme nulle, Melloni avait admis que cette substance était elle-même tout à fait diathermane. Vu la grande absorption de l'air, l'expérience de Melloni n'était plus probante et M. Buff crut devoir la reprendre en comparant le sel avec le vide. Il plaça à cet effet dans son appareil, entre la source de chaleur et la soudure, distantes l'une de l'autre de 45 millim. une plaque de sel gemme de 4 millim. d'épaisseur et il reconnut qu'elle arrêtait plus de 40 p. 100 des radiations calorifiques qui avaient traversé le vide et de plus que 83 p. 100 des radiations qui n'avaient pas été absorbées par elle ne l'étaient pas non plus par l'air à la pression ordinaire. Air et sel gemme ont donc des thermochroses très-voisines, ils absorbent à peu près les mêmes radiations ; ce qui explique en bonne partie du moins les résultats de M. Tyndall et son différend avec Magnus, celui-ci ne provenait pas tant, suivant M. Buff, d'une mesure erronée de la diathermansie absolue de l'air humide que d'un point de départ trop bas adopté par M. Tyndall pour la mesure de l'absorption de l'air sec.

M. Buff a obtenu par ses propres expériences des résultats assez voisins de ceux de Magnus; il n'a pu toutefois pousser ses recherches à des températures supérieures à 13 degrés. En revanche il a fait des expériences comparatives avec l'acide carbonique. Voici les résultats obtenus par l'intensité du rayonnement estimé comme il a été dit :

Vide d'air sec	43,4
Air sec à 670 millim.	20,7
Hydrogène à 1,5 millim,	45,8
Hydrogène à 759 millim.	46,8
Acide carbonique sec à 750 millim.	19,1
Air très-raréfié, saturé de vapeur d'eau à 9°	39,0

Air très-raréfié, saturé de vapeur d'eau à 12°	34,0
Air saturé d'humidité à 756 millim. et à 10,9°	20,1
Air saturé d'humidité à 756 millim. et à 10,7°	19,7
Air saturé d'humidité à 756 millim. et à 13,7°	19,5

D'après ces expériences, la différence entre l'air sec, l'air humide et l'acide carbonique est donc très-petite à la pression ordinaire et dans le voisinage de 13 degrés.

M. Buff a étendu aussi ses mesures au cas du gaz oléfiant que Magnus et M. Tyndall ont tous deux trouvé très-absorbant, et en contradiction avec ces deux savants, il a trouvé que ce gaz a une diathermanéite un peu supérieure à celle de l'air. Prenant l'ensemble de ses résultats pour différents gaz et les comparant à ceux fournis par l'hydrogène dont la diathermanéite est prise égale à 100 et l'absorption égale à 0, M. Buff donne le tableau suivant :

Gaz	Pression en millimètres	Diathermanéité	Absorption
Hydrogène sec	1,5	100,0	0
Hydrogène sec	750—760	102,0	0
Air sec	750—760	45,6	54,4
Air sec	520,6	54,5	45,5
Air sec	414,5	60,0	40,0
Air sec	254,5	63,0	37,0
Air sec	108,0	80,4	19,6
Air sec	12,1	87,5	12,5
Air sec	1,5	95,6	4,6
Air raréfié saturé de vapeur d'eau à 12°	12,9	74,2	25,8
Air saturé de vapeur d'eau à 12°	756,6	43,2	56,8
Acide carbonique sec	750,0	42,1	57,9
Gaz oléfiant	750,0	53,6	47,4

Rapprochant ses propres résultats du point constaté par Melloni que les radiations provenant d'une source

calorifique obscure au-dessous de 100 degrés ne sont pas sensiblement modifiées par leur passage à travers une couche de 5 à 6 millimètres d'air, M. Buff conclut enfin que l'absorption de l'air sec aussi bien que de l'air humide s'exerce entièrement dans les premières couches et que les rayons qui n'ont point été d'abord absorbés conservent cette immunité dans les zones suivantes qui les transmettent sans nouvelle absorption. Cette conclusion est contraire à celle à laquelle était arrivé M. Hoorweg dans un récent travail qui a abouti comme celui de M. Buff à confirmer les résultats de Magnus pour l'air sec et l'air humide[1].

Nous estimons qu'il n'est pas nécessaire d'insister sur l'importance qu'ont pour la physique du globe les résultats de M. Buff sur la grande absorption de la chaleur obscure par l'air.

Nous terminons en reproduisant ici les conclusions du travail de M. Buff :

La conductibilité calorifique de l'hydrogène et d'autres gaz est beaucoup trop faible pour qu'il soit possible de la mettre sûrement en évidence par le procédé employé par Magnus. La notion d'une conductibilité analogue à celle des métaux n'est donc pas admissible pour l'hydrogène, à moins qu'on n'entende simplement par là la faculté de transmettre la chaleur de molécule à molécule comme les corps solides et liquides.

En revanche l'hydrogène possède une diathermanéité très-voisine de celle du vide.

L'air sec absorbe 50 à 60 pour 100 des rayons calori-

[1] *Archives*, 1876, t. LV, p. 435.

fiques qui émanent d'une source de chaleur à 100 degrés et au-dessous.

Le pouvoir absorbant de l'air humide surpasse celui de l'air sec de plusieurs centièmes, cette différence n'atteint cependant pas à beaucoup près la valeur que plusieurs physiciens ont admise jusqu'ici.

Le sel gemme n'est pas absolument diathermane pour les radiations calorifiques obscures. Sa thermochrose ressemble plutôt à celle de l'air sec.

E. S.

SUR L'OBSERVATION

DE LA

PARTIE INFRA-ROUGE DU SPECTRE SOLAIRE

AU MOYEN DES

EFFETS DE PHOSPHORESCENCE

PAR

M. EDM. BECQUEREL[1]

L'étude du spectre poursuivie avec tant d'ardeur depuis les belles découvertes de MM. Kirchhoff et Bunsen ne s'est pas bornée à la partie visible. Grâce aux travaux remarquables de MM. Edmond Becquerel, Stokes, Mascart, Cornu, Helmoltz et d'autres, nous possédons des connaissances aussi complètes sur toute la partie la moins réfrangible du spectre ultra-violet que sur la série des radiations directement visibles[2]; et pour les portions plus réfrangibles l'observation des raies métalliques a été poussée par M. Mascart jusqu'à des longueurs d'onde de $0^{mm},00022171$[3]. Ces résultats ont été obtenus par trois procédés différents, soit: par la visibilité directe à l'aide d'appareils en quartz, par les effets de fluorescence, et principalement par la photographie.

[1] *Compte Rendu* du 24 juillet 1876.

[2] Voyez en particulier, pour la représentation de cette portion du spectre, Mascart, *Ann. scient. de l'Éc. norm.*, 1864, t. I, pl. IV; Cornu, *Ann. scient. de l'Éc. norm.*, 1874, t. III, p. 421; *Archives*, 1875, t. LIII, p. 50.

[3] *Annales scientifiques de l'École normale*, 1867, t. IV, p. 28.

Il n'en a point été de même jusqu'ici pour le spectre infra-rouge, sur lequel nous n'avons encore que des indications très-vagues et peu étendues, malgré les efforts nombreux qui ont été tentés dans cette direction par divers physiciens. Trois méthodes ont été mises en œuvre dans ces recherches, la méthode thermométrique, la méthode photographique, et la méthode par phosphorescence, auxquelles on peut ajouter l'observation par la visibilité directe avec l'emploi de verres de couleur absorbant toutes les radiations voisines du rouge extrême. En éteignant à l'aide d'un verre de cobalt, par exemple, d'épaisseur convenable, les rayons brillants plus réfrangibles que A, on augmente en effet la sensibilité de l'œil pour toute la partie du spectre voisine de cette raie que l'on ne peut guère apercevoir elle-même sans cette précaution. Par ce procédé M. Soret est arrivé récemment à distinguer nettement une raie noire moins réfrangible encore que A.

1° La méthode thermométrique employée par Herschel, par Fizeau et Foucault et par M. Lamansky [1], n'a fourni que des notions très-imparfaites sur les principaux maxima et minima de l'intensité calorifique de ces parties du spectre.

2° La méthode photographique basée sur les effets chimiques, très-peu intenses, on le sait, des radiations les moins réfrangibles du spectre, n'a conduit jusqu'ici à aucun résultat, malgré la découverte de certains procédés spéciaux à l'aide desquels M. le capitaine Abney [2] et d'autres ont cru pouvoir arriver à photographier le spectre infra-rouge. L'emploi de divers sensibilisateurs tels que des matières colorantes rouges, rouge de naphtaline, rosaniline (H.-W.

[1] *Archives*, 1872, XLIV, p. 58.
[2] *Monthley Notices*, t. XXXVI, Mars 1876.

Vogel[1], Watherhouse), ou mieux encore certaines substances organiques, résines ou baumes (Cap. Abney) ont permis, il est vrai, de réaliser déjà des progrés notables et d'étendre le champ de la photographie dans le rouge jusqu'aux raies B et A[2]. Mais les efforts tentés pour aller plus loin n'ont pas encore été couronnés de succès. Dans une note publiée récemment sur ce sujet[3], MM. H.-C. Vogel et Lohse concluent de leurs propres expériences que le procédé photographique permet d'atteindre jusqu'à l'extrême rouge, mais ne paraît pas applicable aux régions du spectre situées au delà de A à cause de l'énorme affaiblissement que subit ici l'action chimique. Ils estiment, en effet, que celle-ci n'est plus dans l'extrême rouge qu'un millième environ de ce qu'elle est dans le violet[4]. A l'aide de plaques au collodion sec (Emulsionstrocken-Platten), sensibilisées par de la résine, exposées pendant

[1] Voyez le travail de M. H.-W. Vogel, *Archives*, 1876, t. LV, p. 276.

[2] Voir aussi *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'Institut de France*, tome LXXIX, pages 185 et 188, un mémoire de M. E. Becquerel, dans lequel il annonce être arrivé, au moyen de la chlorophylle, à avoir sur collodion les raies depuis B et même entre B et A.

[3] *Pogg. Ann.*, 1876, tome CLIX, page 297.

[4] Cette évaluation ne peut être évidemment que très-approximative, car on n'a pas pour la faire de base unique, vu que l'effet chimique varie considérablement pour une même portion du spectre avec la nature de la substance impressionnable employée. Suivant le corps que l'on emploie pour faire une comparaison de ce genre entre les effets chimiques de radiations différentes, le résultat est donc absolument différent. Ce qu'on peut affirmer d'une manière générale, c'est que les rayons de grande longueur d'onde exercent une action chimique très-faible ou même nulle; de telle sorte qu'on aurait beau, par exemple, concentrer très-fortement les rayons calorifiques infra-rouges sur du chlorure d'argent, on pourrait le fondre, puisqu'il fond au rouge, mais on ne le décomposerait pas, tandis que la moindre trace de lumière violette produirait la séparation du chlore et de l'argent.

3 ou 4 heures derrière un spectroscope à très-large fente devant lequel était placé un verre rouge, ils ont réussi à photographier la raie A et la partie immédiatement voisine au delà, mais c'est là la limite de la science photographique actuelle[1].

3° La méthode basée sur les effets de phosphorescence, telle que l'a imaginée M. Edm. Becquerel est celle qui paraît devoir donner les meilleurs résultats, et il est permis d'espérer qu'avec les perfectionnements que le savant physicien ne manquera pas d'y apporter, elle ouvrira un champ nouveau et important d'investigation, aussi croyons-nous devoir reproduire ici *in extenso* l'article que M. Becquerel a inséré récemment aux *Comptes Rendus* sur cette importante découverte.

« J'ai déjà montré[2], dit-il, comment des rayons de la partie infra-rouge du spectre, qui n'ont aucune action sur la rétine, peuvent agir sur les matières phosphorescentes pour détruire l'excitation produite sur elles par les rayons bleus ou violets, et permettent d'étudier le spectre, dans cette région, autrement que par les effets calorifiques qui s'y produisent. Il suffit, en effet, de fixer avec un peu de gomme sur une surface, carton ou verre, une substance très-phosphorescente, comme un sulfure alcalino-terreux impressionnable, pour manifester, après l'impression préalable de la surface à la lumière diffuse, l'extinction

[1] M. Ed. Becquerel a montré comment sur plaque métallique les actions chimiques peuvent s'étendre au delà de A ; voir à ce sujet *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXVII, page 304 (4 août 1873), en note ; voir aussi Ed. Becquerel. *La lumière, ses causes et ses effets*, t. II, pages 91 et 221.

[2] *Annales de Chimie et de Physique*, 3me série, t. XXII, p. 344. — *Comptes Rendus*, t. LXXVII, p. 302; 1873. — Edm. Becquerel, *La lumière, ses causes et ses effets*, t. I, p. 141.

que la partie infra-rouge du spectre peut produire en agissant pendant quelques instants. Quand on opère avec un spectre convenablement épuré et étalé, on reconnaît que cette extinction fait apparaître des parties inégalement actives, c'est-à-dire des espaces correspondant à des bandes ou raies noires du spectre solaire ; mais cette observation est difficile, même en élevant la température de la surface après l'action du spectre, et l'on n'a que des indications assez vagues sur les positions des bandes les plus fortes. Cependant, avec la plupart des substances impressionnables, on a les mêmes effets avec une même image prismatique, si le temps d'exposition à la lumière est suffisant.

« J'ai pu rendre visible, d'une manière continue, une partie de cette région infra-rouge qui a échappé jusqu'ici à toute observation oculaire immédiate, en opérant comme il suit : dans le volet de la chambre noire, au moyen de deux fentes verticales faites au volet, on fait pénétrer, à l'aide d'un héliostat, deux faisceaux de rayons solaires parallèles. L'un des faisceaux, le premier, donne, au moyen d'un prisme à arêtes verticales et d'une lentille, l'image spectrale que l'on veut étudier ; je me suis servi de préférence d'un prisme en sulfure de carbone d'un angle de 60 degrés ; ce premier spectre tombe sur la surface enduite de matière phosphorescente. Le second faisceau est reçu sur un prisme en flint blanc, dont l'arête est également verticale, et qui est placé près du premier. On peut faire varier la position de ce prisme de façon à superposer la partie ultra-violette du spectre qu'il donne sur la partie infra-rouge du premier spectre, et à promener les diverses parties très-réfrangibles de cette seconde image prismatique sur la partie infra-rouge de la première

image. On n'interpose pas de lentille sur la route du second faisceau lumineux, et l'on donne à la seconde ouverture du volet une largeur assez grande, afin d'éviter la production des raies ou bandes de l'ultra-violet qui pourraient gêner l'observation que l'on doit faire ; le premier spectre doit seul donner les lignes et bandes obscures. On peut même, en avant de la fente qui donne passage au second faisceau lumineux, placer un verre coloré en bleu par le cobalt, qui élimine la partie rouge, jaune et verte, c'est-à-dire la plus lumineuse du second spectre, et rend plus facile l'observation du phénomène à étudier.

« Si l'on projette ce système de deux spectres à régions extrêmes superposées sur une surface phosphorescente préparée comme il va être dit ci-après, on observe l'effet suivant ; dans la partie infra-rouge du spectre à bandes, la matière impressionnable, excitée par l'ultraviolet du second spectre, a sa phosphorescence détruite, mais inégalement, et sur une certaine étendue correspondant à la partie infra-rouge on a l'apparence de parties inégalement éclairées ; cet effet très-curieux, qui rend visible, d'une manière continue, une certaine portion de la partie infra-rouge, ne se produit pas dans toutes les circonstances et avec tous les corps impressionnables. En voici le motif :

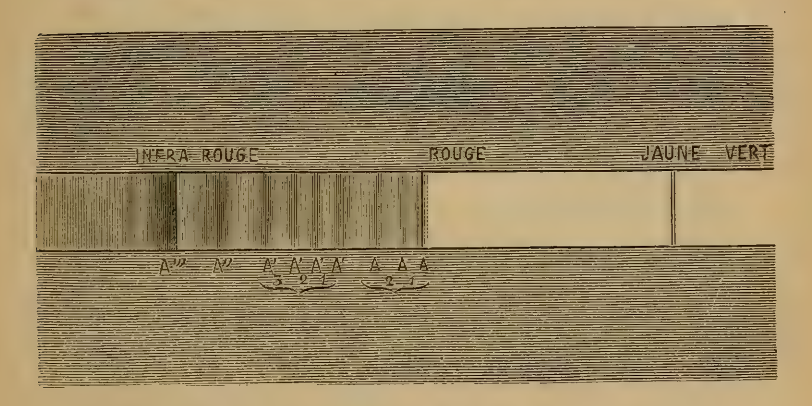
« D'abord cette extinction des corps phosphorescents dont je me suis souvent occupé, et ainsi que je l'ai fait voir, exige un certain temps pour se produire, et il faut que la matière phosphorescente commence à devenir lumineuse, puis s'éteigne, et qu'il s'établisse une sorte d'équilibre la laissant par places dans un certain état d'obscurité ; il y a donc à régler une question d'intensité entre

les parties inversement actives des spectres, ce que l'on fait en déplaçant le second spectre et en faisant varier la largeur de la seconde fente du volet. D'un autre côté, tous les corps phosphorescents ne peuvent manifester immédiatement cet effet; si la substance ne conserve que pendant peu de temps l'impression lumineuse, on ne peut rien observer : tel est le cas du spath-fluor, de la chaux carbonatée, des composés d'uranium, des platinocyanures et de certaines substances organiques; si la matière conserve pendant très-longtemps une assez grande intensité lumineuse, c'est-à-dire a une très-grande capacité pour la lumière, alors la partie infra-rouge du premier spectre n'arrive pas à rendre suffisamment obscure, par places, la région éclairée par l'ultra-violet du second spectre, et cette région reste toujours sensiblement illuminée de la même manière : tel est le cas des sulfures de calcium, de baryum et de strontium plus ou moins phosphorescents; ces composés peuvent bien manifester des effets, mais autrement et, ainsi qu'on l'a dit plus haut, en rendant l'action des rayons différemment réfrangibles successive et non simultanée.

« Mais il y a un composé phosphorescent qui se trouve dans des conditions très-favorables pour permettre l'observation du phénomène dont il s'agit, c'est la blende hexagonale phosphorescente, obtenue, il y a plusieurs années, par M. Sidot, substance vivement lumineuse, mais qui présente un décroissement d'effet plus rapide que les sulfures alcalino-terreux, mais moins que la chaux carbonatée. Je dois même ajouter que les différents échantillons de blende hexagonale que j'ai essayés ne sont pas également propres à bien manifester les bandes de l'infra-rouge; celui qui m'a le mieux réussi était un échantillon

moyennement lumineux, mais dont l'extinction de phosphorescence était plus rapide qu'avec d'autres préparations qui étaient plus vivement lumineuses.

« Voici ce que j'ai pu observer au moyen de cet échantillon[1]: la partie active de l'infra-rouge s'étend au delà de A sur un espace un peu plus grand que celui compris entre la ligne A et la double ligne D et au delà duquel les effets ne sont plus appréciables. Avec un prisme en sulfure de carbone et une lentille en crown, on a, après A, deux bandes ou lignes qui paraissent aussi



fortes que A et que j'ai appelées A_1 et A_2; ensuite on arrive à un groupe de quatre bandes ou lignes que je distingue sous la dénomination du groupe A' et qui renferme les lignes A', A'_1, A'_2, A'_3, dont les trois premières sont à peu près équidistantes et la quatrième, la moins réfrangible, plus écartée; au delà, en A'', doit se trouver une large bande assez diffuse et en A''', près de la limite où l'observation est possible, se trouve une large bande à bords définis, surtout du côté le plus réfrangible. Cette

[1] La figure que nous mettons ici sous les yeux de nos lecteurs nous a été très-obligeamment communiquée par M. Edm. Becquerel à l'occasion de la réimpression de son travail.

bande A‴ se trouve à peu près à la même distance de A que celle qui sépare A de D, et paraît être la même que celle qui a été observée par MM. Fizeau et Foucault, en 1847, au moyen des effets calorifiques produits sur des thermomètres à très-petite capacité. Au delà de A‴, il y a apparence d'une ou deux autres bandes, quand le spectre est très-intense, mais qui sont très-difficiles à distinguer.

« Il faut remarquer que l'expérience donne des effets lumineux contraires à ceux que je décris, car les parties qui correspondent à des raies ou bandes d'absorption, étant éclairées par les rayons ultra-violets du second spectre, sont des parties lumineuses pendant l'observation, tandis que là où il n'y a pas d'absorption, l'action de ces rayons étant détruite, il y a obscurité ; on a donc une image négative de la disposition des bandes ou des raies qu'il faut restituer dans son véritable sens pour l'interpréter comme je l'ai fait ci-dessus.

« Un des effets les plus caractéristiques de ces observations est la vivacité de la partie active de l'infra-rouge comprise entre A″ et A‴, et qui est plus grande qu'avant et après ces limites. Cet effet se traduit, d'après ce qui vient d'être dit, par un espace relativement plus obscur que les parties voisines au moment de l'action simultanée des spectres à parties extrêmes superposées. L'apparition de cette bande obscure correspondant à une partie très-active de l'infra-rouge se remarque immédiatement avec la plupart des substances étudiées et apparaît même quand les autres maxima et minima d'action ne sont plus appréciables. On l'observe également avec les sulfures alcalino-terreux, mais en opérant autrement et comme je l'ai rappelé plus haut, en faisant agir l'infra-rouge seul sur la

surface, après avoir impressionné celle-ci au moyen de la lumière diffuse.

« J'ai fait usage d'un prisme et d'une lentille en sel gemme, ainsi que d'un prisme et d'une lentille en spath-fluor, et j'ai observé cette même partie très-active A″ A‴; mais, la pureté de ces substances étant moindre que celle du verre et du sulfure de carbone, je n'ai pu reconnaître les autres maxima et minima d'action. L'apparition de cette même bande active montre que le phénomène ne dépend pas de la nature de la matière impressionnable ni de celle du prisme, mais bien de la constitution de l'agent lumineux. Avec ces différents prismes, les limites de l'espace actif ont paru être les mêmes. Une remarque assez curieuse, c'est que la lumière Drummond, étudiée de la même manière, a présenté une partie très-active dans l'infra-rouge, correspondant à cette région A″ A‴, et de même que la lumière solaire.

« Le bord le plus réfrangible de la bande obscure A‴ est assez bien limité pour permettre d'en déduire approximativement sa position angulaire par rapport à celles des raies du spectre lumineux B, D et F, et, par conséquent, l'indice de réfraction correspondant. Quant aux autres lignes, sauf celles qui sont près de A, même dans des spectres très-étalés, elles ont des bords assez mal définis.

« L'évaluation de la longueur d'onde des rayons de cette région est assez délicate à faire : les spectres des réseaux n'ayant pas offert une intensité assez grande, je me suis servi de la position des bandes d'interférence obtenues en faisant réfléchir le faisceau solaire, avant son passage au travers de l'ouverture rectiligne du volet, sur un appareil donnant les anneaux colorés au moyen de

lames minces d'air, et par un procédé analogue à celui de MM. Fizeau et Foucault. Quand la lumière est très-vive et le spectre peu étalé, on a une série de bandes de G à A‴ qui, pour être observées, peuvent être au nombre de dix ou douze, et dont les positions sont alors faciles à reconnaître. En admettant que dans la partie infra-rouge elles se continuent d'après la même loi que dans la partie lumineuse là où les longueurs d'onde sont connues, on a eu, d'après plusieurs expériences et avec un prisme en sulfure de carbone :

Parties du spectre.			Indice de réfraction	Longueur d'onde.	
Infra-rouge.	A‴	Bord le moins réfrangible	»	1310	
		Milieu	»	1265?	
		Bord le plus réfrangible[1]	1,5877	1220	
	A′		1,5992	840	
Spectre lumineux.	A.		1,6051	761,5	Long. d'onde connues.
	B.		1,6114	687,3	
	D.		1,6240	589,2	

« La bande A‴ serait ainsi comprise entre les longueurs d'onde 1200 et 1300.

« Si l'on calcule les longueurs d'onde de A′ et de A‴, d'après la formule de Cauchy, dans laquelle l'indice n est donné par une expression de la forme $a + \frac{b}{\lambda^2} + \frac{c}{\lambda^4}$, λ étant la longueur d'onde, on arrive à des nombres plus élevés que les valeurs précédentes. Du reste, ces déterminations expérimentales approximatives sont à reprendre, et je n'ai donné que les premières observations faites par cette méthode.

« On voit donc que l'on peut suivre par vision directe quelques-uns des effets produits dans la région infra-

[1] Ou bord le moins réfrangible de la partie très-active caractéristique A″A‴.

rouge du spectre. On ne peut observer ainsi que quelques bandes d'absorption un peu larges et qui se trouvent dans cette région, et encore est-il nécessaire d'avoir une très-grande intensité lumineuse pour cela; il est probable que beaucoup de lignes et de bandes plus étroites échappent à ce moyen d'observation. Les bords des images ne sont pas bien arrêtés, sauf ceux de la partie A″A‴, et cela doit être attribué à une illumination latérale par diffusion, laquelle peut impressionner les parties voisines des points directement influencés par les rayons du spectre. D'un autre côté, les observations ne s'étendent guère beaucoup au delà de A‴ et ne comprennent pas toute l'étendue de l'espace où les phénomènes calorifiques sont observés; cela peut dépendre des limites entre lesquelles les effets de phosphorescence sont appréciables et qui peuvent ne pas être les mêmes que celles du spectre calorifique. Néanmoins, ce nouveau mode d'expérimentation permet de faire quelques remarques intéressantes : ainsi, par exemple, il est facile de s'assurer que le verre et plusieurs corps solides ne font subir que peu de changements à l'image que l'on observe; mais un écran d'eau distillée, qui ne change que peu l'action de la partie AA′, diminue beaucoup l'intensité de la région très-active qui touche à A‴.

« Il est possible que d'autres corps impressionnables donnent des résultats analogues, plus nets et plus étendus; mais jusqu'ici je n'en ai pas rencontré. On peut également se servir d'un phosphoroscope qui élimine les rayons incidents et permet de suivre uniquement les effets de phosphorescence ; mais il faut alors faire usage d'un appareil de grandes dimensions, ce qui ôte de la simplicité à la méthode d'observation.

« J'ai essayé de former un oculaire de spectroscope qui permît d'observer la région infra-rouge de l'image spectrale, comme on peut le faire pour la partie ultra-violette au moyen du sulfate de quinine; mais la grande intensité nécessaire à l'observation des effets dont il s'agit et le peu de netteté des bords des bandes d'absorption ne m'ont conduit jusqu'ici à aucun résultat bien satisfaisant; c'est une question que j'étudie actuellement. »

SPECTROSCOPE A OCULAIRE FLUORESCENT

Seconde Note

Par M. J.-L. SORET

Dans une première Note publiée en 1874 [1], j'ai donné la description d'un *oculaire fluorescent* pouvant s'ajuster à la plupart des spectroscopes et permettant l'étude du spectre ultra-violet. Depuis lors quelques perfectionnements ont été apportés à la construction de ce dispositif, et, d'autre part, en l'adaptant à des spectroscopes dans lesquels les lentilles et les prismes sont formés de quartz et de spath d'Islande, au lieu de crown et de flint, j'ai réussi à observer les parties les plus réfrangibles du spectre.

Il ne sera peut-être pas inutile de donner quelques indications sur la construction de cet oculaire avec les modifications qu'il a subies.

Je rappelle que le principe de l'instrument consiste à placer dans la lunette du spectroscope, au foyer de l'objectif, une lame transparente et fluorescente représentée schématiquement en L dans la figure 1. — Le spectre de fluorescence se forme sur cette lame et on l'observe à

[1] *Archives*, 1874, t. XLIX, p. 338.

l'aide d'un oculaire positif O, incliné sur l'axe *a a* de la lunette.

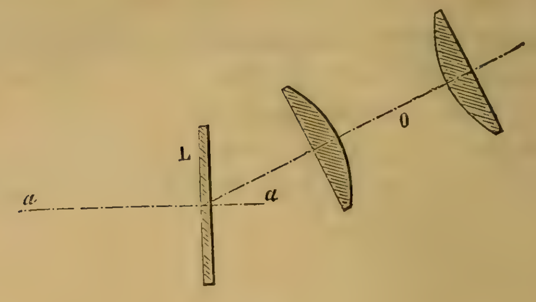


Fig. 1.

Le dispositif est représenté dans la figure 2 en grandeur naturelle et en coupe horizontale passant par l'axe *aa* de la lunette, l'axe de l'oculaire étant placé dans le

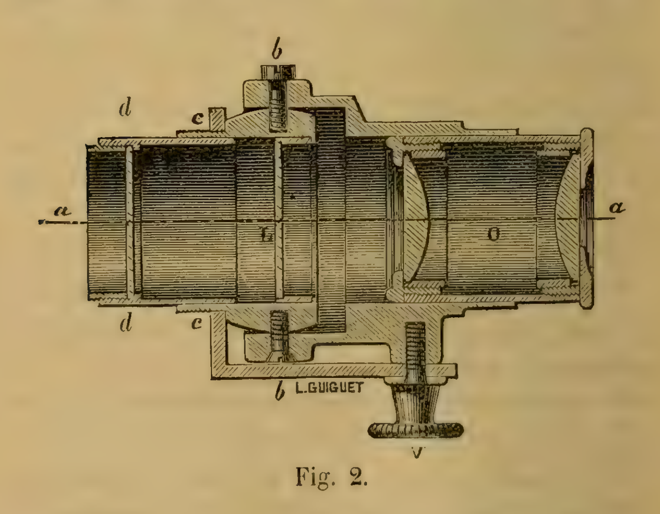


Fig. 2.

prolongement de l'axe de la lunette. Il se fixe à l'extrémité de la lunette soit directement par le pas de vis *cc*, soit, ce qui vaut mieux, à l'aide d'une pièce intermé-

diaire. La lunette doit pouvoir *rentrer* suffisamment pour que la lame fluorescente atteigne le foyer de l'objectif.

On enfonce l'oculaire proprement dit dans sa monture, de manière à obtenir une vision nette du spectre projeté sur la lame fluorescente. Si on le laissait, sans l'incliner, dans la position représentée dans la figure 2, le spectre de fluorescence serait noyé dans la lumière diffuse arrivant à l'œil, et par suite serait très-peu visible[1]; mais en amenant l'oculaire dans la position représentée dans la figure 1, le spectre se projette sur le fond obscur formé par les parois noircies du tube de la lunette et il apparaît alors distinctement. Pour que ce déplacement de l'oculaire puisse se faire, la pièce qui le porte est mobile autour d'un axe horizontal *bb* (fig. 2); on la fixe dans la position convenable par une vis à pression V portant sur une coulisse en arc de cercle[2]. Cette inclinaison de l'objectif a sans doute comme conséquence que la totalité de la lame fluorescente n'est plus exactement au point; mais en pratique l'observation n'est pas gênée par là, car toute la partie médiane de la bande spectrale reste au foyer de l'oculaire, et les bords du spectre conservent encore assez de netteté pour que l'apparence générale ne soit pas sensiblement altérée[3].

[1] M. Helmholtz avait déjà reconnu que dans ces conditions, c'est-à-dire lorsque l'axe de l'oculaire est en prolongement de l'axe de la lunette, la présence d'une lame fluorescente n'augmente pas d'une manière sensible la visibilité des rayons ultra-violets. (Voyez *Optique physiologique*, traduction française, p. 352.)

[2] Il est utile que l'axe de l'oculaire ne soit pas définitivement fixé dans une position inclinée et qu'on puisse le ramener à la direction horizontale, car alors il fonctionne comme un oculaire ordinaire et permet l'observation des rayons visibles du spectre.

[3] Lors de ma première publication sur cet appareil, il m'avait échappé que M. Baille, dans ses belles recherches sur les indices de

Comme substance fluorescente on peut employer une lame mince en verre d'urane montée sur une bonnette; deux traits fins, à angle droit, tracés sur la lame jouent le rôle du réticule ordinaire de la lunette. Cette substance convient très-bien pour l'observation de la partie la plus réfrangible du spectre au delà de la raie solaire N; elle donne aussi beaucoup d'intensité dans le violet extrême, mais sa fluorescence est faiblement excitée par les rayons compris entre H et N.

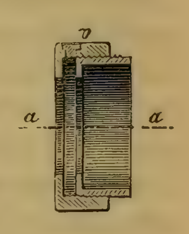


Fig. 3.

Si l'on veut se servir d'un liquide fluorescent, on le place dans la pièce représentée dans la figure 3, qui peut se fixer à la place de la lame L (fig. 2). Cette pièce est composée de deux lames en verre très-mince (dont l'une porte deux traits croisés) montées sur deux bonnettes se vissant l'une dans l'autre; on peut ainsi

réfraction (*Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*, 1866, t. VII, p. 184), avait employé avec succès pour l'observation des raies ultraviolettes une disposition présentant de l'analogie avec celle que j'ai décrite, en ce que l'écran fluorescent placé au foyer de la lunette du spectroscope est entraîné avec elle lorsqu'on la déplace, ce qui permet d'effectuer aisément les mesures angulaires. Mais il y a des différences importantes entre les deux instruments : ainsi, au lieu de faire tomber les rayons normalement sur une lame fluorescente, M. Baille les reçoit sur une bande de papier imbibé de quinine, inclinée à 45°, l'axe de l'oculaire étant à angle droit avec l'axe de la lunette ; il résulte de là que la bande de papier ne peut être dans toutes ses parties, ni au foyer de l'oculaire, ni surtout au foyer de l'objectif ; le spectre ne présente quelque pureté que sur une bande médiane très-étroite : comme nous l'avons dit, cet inconvénient est en grande partie évité avec la lame fluorescente normale à l'axe, et l'oculaire un peu incliné. En second lieu, le papier renvoie beaucoup de lumière diffuse et le spectre ultra-violet manque d'intensité et de netteté, comme M. Baille le fait remarquer lui-même. Lors de mes premières tentatives, j'avais

rapprocher les lames en verre autant qu'on le désire, et amener à l'épaisseur convenable (demi millimètre) la couche liquide contenue entre elles. Une vis *v* que l'on enlève pendant le remplissage permet la sortie de l'excès de liquide.

Lorsque l'observation doit porter sur les rayons moins réfrangibles que la raie solaire N, la substance fluorescente qui jusqu'ici m'a paru donner les meilleurs résultats est une dissolution aqueuse d'esculine. On la prépare en prenant sur la pointe d'un canif un peu d'esculine que l'on jette dans quelques centimètres cubes d'eau froide, puis on filtre après avoir agité pendant quelques instants. Il est préférable d'employer, pour la dissolution, de l'eau privée d'air par ébullition, afin d'éviter la formation de petites bulles gazeuses qui s'attachent aux lames de verre entre lesquelles on place le liquide de la manière indiquée. La dissolution d'esculine s'altère facilement; au bout de quelques jours il faut la renouveler. Le spectre de fluorescence sur cette substance est très-lumineux jusqu'à la raie N, mais au delà son intensité va en diminuant rapidement.

Pour la partie du spectre moins réfrangible que N, il y a avantage à intercepter les rayons les plus éclairants en plaçant un verre bleu soit devant la fente du spectroscope, soit en *dd* (fig. 2) en avant de la lame fluorescente; mais pour les radiations plus réfrangibles, ce verre, qui les absorberait, doit être supprimé.

Afin de donner une idée du degré de netteté auquel on arrive dans ces observations, j'indiquerai pour deux par-

fait l'essai de divers arrangements analogues au sien, mais je n'en avais pas été satisfait et j'ai trouvé de grands avantages à observer le spectre par transparence.

ties du spectre, les raies que j'ai pu distinguer. J'employais une lame d'esculine et un prisme de flint ; la lunette du spectroscope avait 33 centimètres de distance focale ; la lumière solaire était concentrée sur la fente à l'aide d'une lentille de quartz.

1° Entre les deux raies H (ou H et K) on distingue à l'oculaire fluorescent cinq raies, dont deux, correspondant aux longueurs d'onde 394,32 et 396,05, sont très-facilement visibles. En observant à l'oculaire ordinaire, avec un verre bleu devant la fente du spectroscope, ces cinq raies m'ont paru plus facilement visibles qu'avec l'oculaire fluorescent. Trois seulement de ces raies se trouvent dans le spectre d'Angström ; celui de M. Cornu[1] en contient un beaucoup plus grand nombre.

2° Dans le groupe M, en désignant les raies par leurs longueurs d'ondulation d'après M. Cornu, on trouve que

376,97 376,67 376,33 375,8	se voient sans difficulté.
374,94 374,83	se confondent.
374,54 374,3	se confondent en une teinte floue, s'unissant presque aux raies précédentes.
373,64 373,45	ne se résolvent pas très-bien.
372,68	(raie M) paraît très-fine.
372,18 372,12	se confondent en une teinte floue se joignant à la raie suivante.
371,97	se distingue.
371,64 371,55	se confondent et sont difficilement visibles.

370,32 à 370,9 forment un groupe qui ne se résout que difficilement.

[1] *Annales sc. de l'École normale*, 1874, t. III. — *Archives*, 1875, t. LII.

Il est à remarquer que les raies fines et isolées se distinguent assez facilement (par exemple 376,97), tandis que les raies un peu fortes se confondent volontiers avec les raies voisines (par exemple 373,64 et 373,45). En concentrant davantage la lumière et en diminuant la largeur de la fente, on pourrait arriver à une netteté encore plus grande.

Sans doute, en mettant ces résultats en parallèle avec ceux de M. Cornu, il est incontestable que la méthode photographique présente plus de délicatesse ; cependant ils me paraissent assez satisfaisants et suffisamment précis pour que, dans un grand nombre de cas, on trouve avantage à se servir de l'oculaire fluorescent dont l'emploi est plus simple et plus rapide.

Avec un spectroscope dont les lentilles sont en verre et le prisme en flint, on ne peut guère distinguer le spectre de fluorescence au delà de la raie N [1]. Si l'on veut aller plus loin il faut que les lentilles soient en quartz et les prismes en spath d'Islande (ou quartz). J'ai fait disposer plusieurs spectroscopes dans ces conditions.

Le premier est un spectroscope à vision directe du système Herschel Browning [2], dont les deux prismes sont en spath d'Islande taillés les arêtes parallèles à l'axe cristallographique; les trois angles de chacun de ces deux prismes sont de 90°, 20°.16′ et de 69°.44′. Le spectre ordinaire est seul dans le champ de l'instrument, et les rayons qui ne sont pas déviés sont déjà des rayons ultra-violets voisins

[1] L'étendue du spectre dépend naturellement beaucoup de la nature des verres ; il est très-restreint si le prisme est en flint très-réfringent ; avec les prismes à vision directe (système Amici, Janssen) on n'obtient que de mauvais résultats.

[2] Voyez Schellen, *Spectralanalyse*, 2me édition, p. 119.

des raies M. Ce système de prismes est monté dans un spectroscope à vision directe de Hofmann, où il remplace le système de prismes ordinaire. La lentille collimatrice et l'objectif sont en quartz. Un prisme de Foucault est placé derrière la lentille collimatrice et ne laisse passer qu'un faisceau de rayons polarisés dans un plan tel qu'ils se réfractent ordinairement dans les prismes; on diminue ainsi la proportion de lumière diffuse.

Avec cet instrument muni d'un oculaire fluorescent à lame en verre d'urane, on peut observer le spectre solaire ultra-violet jusqu'à la raie R; les rayons plus réfrangibles sortent du champ. Il est nécessaire que la lunette soit bien diaphragmée, car il y a beaucoup de reflets et de lumière diffuse malgré l'emploi du polariseur. J'ajoute que les prismes doivent être taillés avec beaucoup d'exactitude, parfaitement ajustés et très-purs. En somme, je ne puis pas dire que j'aie été complétement satisfait de cet appareil que j'avais fait construire dans un but spécial.

Le second instrument est un spectroscope ordinaire du modèle de Steinheil, à lentilles de quartz de 33 centimètres de distance focale et prisme de spath d'Islande de 60° taillé les arêtes parallèles à l'axe cristallographique. Cet appareil remplit très-bien son but. On peut observer soit le spectre extraordinaire qui est peu étendu mais assez lumineux, soit surtout le spectre ordinaire dont la dispersion est considérable.

Pour mieux faire comprendre le jeu de cet instrument et quelques détails de sa construction, je vais indiquer de quelle manière on l'emploie pour l'observation du spectre solaire. Le faisceau de lumière est réfléchi dans une direction horizontale à l'aide du miroir d'un héliostat,

ou d'un porte-lumière. La substance dont est fait le miroir n'est point indifférente. Avec un miroir en verre étamé, la plus grande partie des rayons très-réfrangibles sont absorbés par le verre; il n'en reste que la portion réfléchie à la première surface. Il faut donc employer un miroir métallique. L'argent ou le verre argenté convient bien pour les rayons moins réfrangibles que la raie R; mais les rayons de plus courte longueur d'onde sont absorbés comme M. Stokes l'a déjà fait remarquer, et un miroir de ce métal est inférieur pour cette partie du spectre à un miroir de verre noir. J'ai obtenu au contraire de très-bons résultats avec un miroir d'argentan. Il est à remarquer que la lumière réfléchie sur un miroir de cette substance, et à fortiori sur un miroir de verre, est sensiblement polarisée, ce qui n'est pas toujours sans inconvénient puisqu'elle doit ensuite traverser des milieux biréfringents et doués du pouvoir rotatoire.

Le faisceau de lumière réfléchie est concentré par une lentille de quartz à long foyer (1^m,40) et tombe sur la fente du spectroscope. Cette lentille n'est pas absolument nécessaire, mais elle est utile dans la plupart des cas, car l'observation du spectre fluorescent exige une grande intensité lumineuse.

La fente du spectroscope, commandée par une crémaillère, peut s'écarter plus ou moins de la lentille collimatrice de quartz: ces changements de position sont nécessaires si l'on veut obtenir le parallélisme des rayons, puisque la lentille n'est pas achromatique[1]. Après son passage au travers du prisme de spath, le faisceau dispersé passe dans la lunette et forme le spectre sur la lame fluo-

[1] On verra plus bas que cette lentille est construite d'une manière particulière.

rescente. L'ensemble de l'oculaire doit aussi pouvoir se déplacer d'une quantité considérable à l'aide d'un mouvement à crémaillère parce que l'objectif n'est pas achromatique; il y a de grandes différences de mise au point suivant la partie du spectre que l'on observe.

Avec l'oculaire fluorescent il se produit habituellement un petit reflet, une petite tache brillante, qui se superpose à la partie centrale du spectre et nuit à la netteté. Ce reflet provient d'une réflexion de la lumière pénétrant dans l'appareil sur la surface courbe de la première lentille de l'oculaire ; les rayons renvoyés comme par un miroir convergent, subissent une nouvelle réflexion sur la lame fluorescente et arrivent en partie à l'œil. On peut atténuer cet effet en choisissant une inclinaison convenable pour l'oculaire ; mais il vaut encore mieux disposer devant la partie inférieure de la première lentille de l'oculaire un petit segment circulaire en papier noir ou en clinquant noirci, de manière à arrêter les rayons produisant ce reflet.

Le prisme de spath, du moins celui que je possède, quoiqu'il soit très-pur, ne donne pas une netteté aussi grande qu'un bon prisme de flint. Il diminue de moitié l'intensité lumineuse, puisqu'il donne lieu à deux spectres; on peut éviter ce dernier inconvénient en employant un prisme de spath taillé les arêtes perpendiculaires à l'axe cristallographique, mais alors il n'y a simple réfraction que pour les rayons qui sont rigoureusement au minimum de déviation : toutes les raies d'une réfrangibilité plus grande ou plus faible paraissent doubles, et l'apparence générale du spectre est complétement altérée. — Les prismes de quartz pré-

sentent cet inconvénient à un moindre degré, mais ils sont peu dispersifs [1].

Avec l'instrument que nous venons de décrire, lorsque le temps est clair et le soleil un peu haut audessus de l'horizon, on distingue très-facilement les raies du spectre jusqu'à R, S et même T (cette dernière surtout dans le spectre extraordinaire).

Cet instrument se prête bien aussi à l'observation du spectre ultra-violet des métaux, pourvu que la lumière ait une grande intensité. En employant comme source de lumière l'arc voltaïque passant entre deux pointes métalliques, on obtient de magnifiques spectres de fluorescence ; celui du fer est d'une grande beauté. Avec le cadmium j'ai pu distinguer toutes les raies décrites par M. Mascart jusqu'à la 25me ($\gamma = 221,7$). Seulement pour les rayons extrêmes le collimateur et la lunette de mon spectroscope ne peuvent pas se raccourcir suffisamment pour la mise au point exacte. — Avec de fortes étincelles d'induction on peut aussi distinguer les raies ; on y arrive surtout

[1] Pour arriver à une plus grande intensité lumineuse, j'ai fait récemment construire une lunette à lentilles cylindriques en quartz. L'une de ces lentilles dont la distance focale est de 35 centimètres environ est fixée à la place ordinaire de l'objectif ; l'axe du cylindre dont sa surface fait partie est dirigé verticalement. La seconde lentille n'a que 7 centimètres de distance focale ; son axe est horizontal ; elle est placée à 28 centimètres environ en arrière de la première, de sorte que leurs deux foyers coïncident sur la lame fluorescente. Il est facile de concevoir que dans cette disposition, on obtient un spectre aussi étalé, mais beaucoup plus étroit qu'avec une lentille sphérique objective de 35 centimètres de distance focale : la dispersion n'est pas diminuée, mais la lumière est plus concentrée. Pour pouvoir obtenir la mise au point, la construction de la lunette est forcément assez compliquée. Les résultats m'ont paru satisfaisants à première vue, mais je n'ai pas encore pu étudier cet instrument d'une manière complète.

aisément, en enlevant la fente du spectroscope et en mettant à sa place les deux pointes entre lesquelles jaillissent les décharges ; comme les étincelles ont de très-petites dimensions, elles donnent lieu à des images séparées les unes des autres et très-facilement visibles.

Si l'on doit opérer sur de la lumière polarisée, comme nous avons été appelés à le faire, M. Sarasin et moi, dans nos recherches sur la polarisation rotatoire du quartz [1], l'emploi de ce spectroscope présente quelques difficultés. La lumière polarisée qui tombe sur la fente, passe par la lentille collimatrice ; si celle-ci consiste en une simple lentille biconvexe en quartz, elle fait tourner le plan de polarisation d'un angle différent pour les différents rayons qui tombent ensuite sur le prisme biréfringent. Il en résulte que certains rayons sont interceptés et que le spectre présente des maxima et des minima d'intensité : comme la lentille a une épaisseur variable suivant les points, l'extinction n'est pas complète dans les bandes obscures et l'éclat des bandes lumineuses est aussi atténué. Ainsi il y a perte plus ou moins grande d'intensité dans toutes les parties du spectre.— Pour remédier à cet inconvénient qui a été quelquefois signalé, j'ai remplacé la lentille biconvexe en quartz du collimateur, par une lentille complexe formée de deux lentilles plan-convexes, parfaitement égales, l'une en quartz droit, l'autre en quartz gauche, et appliquées l'une contre l'autre par leurs faces planes. On comprend que la rotation produite par la pre-

[1] Voyez, pour notre premier travail sur ce sujet, *Archives* 1875, t. LIV, p. 253. Nous publierons prochainement un nouveau mémoire, dont un extrait a déjà paru dans les *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences* du 30 oct. 1876.

mière de ces lentilles est *compensée* par la seconde. J'ai obtenu pratiquement de très-bons résultats avec cette lentille compensée, et je crois pouvoir en recommander l'usage dans beaucoup de cas. Ainsi, lorsqu'on opère sur de la lumière réfléchie et par conséquent partiellement polarisée, il y aurait grand avantage à employer une lentille compensée pour concentrer la lumière sur la fente du spectroscope.

Il me reste à dire quelques mots d'un petit spectroscope que j'ai fait disposer pour avoir un appareil facilement transportable. Il est de dimensions beaucoup moins considérables que celui qui vient d'être décrit, et il n'a pas de cercle divisé. L'ensemble de l'appareil est mobile autour d'un axe horizontal, en sorte qu'on peut l'incliner et le braquer à peu près dans toutes les directions. Le prisme de spath, enfermé dans une boîte cylindrique en laiton, est mobile au moyen d'un bouton extérieur, de sorte qu'on peut toujours l'amener dans la position du minimum de déviation. La lunette de 14 centimètres environ de distance focale, est aussi mobile autour du prisme entre de certaines limites permettant d'atteindre les rayons les plus réfrangibles; le tube qui porte l'oculaire peut rentrer suffisamment pour obtenir la mise au point dans tous les cas. Les lentilles sont en quartz.

Cet instrument est très-commode pour observer directement une source de lumière, quelle qu'en soit la position (lumière électrique, étincelle d'induction, etc.). Il peut aussi être séparé de son pied et s'adapter à des instruments astronomiques : il se prêterait, je crois, à des observations intéressantes, si on le montait sur un télescope à réflexion (dont le miroir serait formé d'un métal autre

que l'argent); on pourrait étudier l'intensité relative des rayons ultra-violets dans les bords et le centre du Soleil, dans les tâches, et peut-être aussi dans la chromosphère et les protubérances.

J'ai employé ce petit spectroscope à l'observation du spectre solaire à différentes altitudes. Dans ce cas la lumière était réfléchie par un petit miroir d'argentan qu'un aide ramenait constamment dans la position convenable. Une lentille de quartz concentrait les rayons sur la fente du spectroscope.—Jusqu'ici je n'ai pu faire à une grande altitude qu'un très-petit nombre d'observations soit avec cet instrument, soit avec le spectroscope à vision directe dont j'ai parlé en premier lieu. La meilleure de ces observations a été effectuée sur la Dent du Midi (près St-Maurice, Valais; altitude 3180^{m}) le 22 septembre 1876 vers midi. J'ai trouvé comme on pouvait s'y attendre que l'intensité du spectre ultra-violet est notablement plus forte à une grande altitude que dans la plaine [1]; mais je n'ai pas observé qu'il fût plus étendu et je n'ai pas pu distinguer de raies plus réfrangibles que T [2]. On peut conclure de là que c'est l'atmosphère du Soleil et non celle de la Terre qui absorbe les rayons solaires d'une plus petite longueur d'ondulation, conclusion admise déjà par quelques savants et confirmée par le fait que la lumière émise par les bords du Soleil exerce une action chimique moins énergique que les rayons émanant du centre. Ainsi

[1] M. Janssen a fait une observation analogue dans les Indes: il a remarqué qu'à une grande altitude on pouvait distinguer par visibilité directe des raies ultra-violettes que l'on n'apercevait pas au niveau de la mer avec le même instrument.

[2] Si je ne me trompe, ce dernier résultat s'accorde avec une observation par projection que M. Stokes avait faite sur le col de Balme (altitude 2200^{m}).

la radiation solaire arrivant à la limite supérieure de l'atmosphère terrestre, ne contiendrait pas en proportion sensible des rayons plus réfrangibles que ceux que l'on parvient à observer à la surface même de la Terre. Mais, comme on le sait, notre atmosphère exerce ensuite une double action absorbante: l'une due à la vapeur d'eau ou à d'autres substances gazeuses, est élective et donne lieu aux raies atmosphériques; l'autre est continue, elle agit sur toutes les radiations, mais avec une énergie croissante avec la réfrangibilité. Ce sont probablement les particules solides ou liquides en suspension dans l'atmosphère qui sont la principale cause de ce second mode d'absorption: en effet dès que le ciel est brumeux, les rayons ultra-violets perdent beaucoup de leur intensité; ils disparaissent complétement ainsi que les rayons violets extrêmes, lorsque le Soleil est peu élevé au-dessus de l'horizon[1].

Il y aurait de l'intérêt à étudier de plus près cette action de l'atmosphère sur les rayons très-réfrangibles, et le spectroscope à oculaire fluorescent faciliterait beaucoup une investigation de ce genre.

[1] Cette interprétation des phénomènes, admise par un grand nombre de physiciens, est du reste tout à fait conforme aux résultats que j'avais obtenus dans mes recherches sur l'intensité calorifique de la radiation solaire. (Voyez *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences* 1865, t. LXVI, p. 810, et *Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des Sciences,* Bordeaux 1872, p. 292.)

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

CHIMIE.

A.-R. LEEDS. — SUR L'HYDROGÈNE ZINQUÉ ET SUR LA RÉDUCTION DE L'AZOTATE D'ARGENT PAR L'HYDROGÈNE. (*Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 1876, p. 1456.)

M. Leeds annonce que le gaz hydrogène, préparé par l'action de l'acide sulfurique pur étendu sur le zinc, renferme des traces de ce métal, probablement à l'état d'hydrogène zinqué. Il a pu constater la présence du zinc dans l'eau, dans l'acide sulfurique concentré, dans les acides chlorhydrique et azotique étendus, au travers desquels il faisait passer le gaz. Il a remarqué que tandis que l'hydrogène pur brûle avec une flamme presque incolore, le gaz dans lequel il peut reconnaître la présence de ce composé brûle avec une flamme fortement colorée en bleu. Il n'indique pas, du reste, les précautions qu'il a dû prendre pour éviter la présence de gouttelettes entraînées de la dissolution.

L'auteur s'est aussi occupé de la question, souvent controversée de la réduction d'une dissolution d'azotate d'argent par le gaz hydrogène pur, à la température ordinaire.

Le fait de cette réduction, annoncé d'abord par M. J.-W. Russell [1], a été nié soit par M. A. Houzeau [2], soit par M. Pellet [3]. Ce dernier affirme que la réduction n'a jamais lieu dans une dissolution neutre, mais seulement dans les dissolutions

[1] *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. XXI, p. 264.
[2] *Annales de Chimie et de Physique*, 5me série, t. I, p. 392.
[3] *Comptes Rendus*, t. LXXVIII, p. 1132.

préparées avec l'azotate fondu présentant une réaction alcaline.

Mais M. N. Békétoff[1] a établi par des expériences quantitatives, prolongées pendant un temps fort long, que la réduction est réelle, et que la quantité d'argent déposée est proportionnelle au volume d'hydrogène absorbé par la dissolution.

M. Leeds, ne connaissant, paraît-il, que les mémoires de MM. Russell et Pellet, s'est attaché à son tour à confirmer les observations du premier de ces savants. Il a constaté en particulier que lorsqu'on fait passer le courant de gaz hydrogène dans une série de tubes semblables renfermant la dissolution d'azotate d'argent, la quantité d'argent réduit, qui est sensiblement proportionnelle à la durée de l'expérience, est la même dans les tubes successifs, ce qui n'aurait certainement pas lieu si l'action était due à la présence, dans l'hydrogène, de quelque gaz étranger, de l'hydrogène zinqué par exemple, ou arsenié, etc.

Le fait de la réduction de l'azotate d'argent par le gaz hydrogène, à froid, paraît donc établi maintenant d'une manière incontestable.

Dr W. Hampe. — Sur le bore. (*J. Liebig's Annalen der Chemie*, Bd. 183, p. 75.)

Depuis le travail de MM. Wöhler et Sainte-Claire Deville, en 1857, on a toujours considéré comme formés uniquement de bore, comme élément essentiel, les cristaux obtenus en fondant l'aluminium avec l'acide borique ou le bore amorphe. De nouvelles recherches, exécutées par M. Hampe, établissent que ces cristaux sont réellement des combinaisons complexes de cet élément.

On obtient dans ces expériences deux sortes de cristaux, les uns noirs à éclat métallique, transparents avec une cou-

[1] *Comptes Rendus*, LXXIX, p. 1413.

leur rouge lorsqu'ils sont très-minces ; les autres d'un jaune plus ou moins clair. Considérés jusqu'ici comme de même nature, ils appartiennent réellement à deux substances différentes.

Cristaux noirs. Ils se forment surtout lorsqu'on opère dans des creusets de terre, sans contact avec le charbon. Leur production exige la température des essais de fer, prolongée seulement pendant deux ou trois heures et suivie d'un refroidissement aussi lent que possible. Ils demeurent disséminés dans le culot d'aluminium d'où on les extrait en le traitant par l'acide chlorhydrique. Mais ils sont mélangés de silicium, de silice, d'alumine, de lamelles du borure d'aluminium qui avait été décrit autrefois sous le nom de bore graphitoïde. Leur purification par une ébullition prolongée avec une lessive de potasse caustique, et avec l'acide sulfurique concentré, qui cependant à la longue les attaque aussi, mais très-superficiellement, présente de grandes difficultés et exige de longues manipulations pour le détail desquelles nous renvoyons au mémoire de l'auteur.

La forme de ces cristaux dérive du prisme rhomboïdal oblique, ils n'offrent pas de clivage. Leur éclat est excessivement vif. Ils s'irisent en bleu comme l'acier lorsqu'on les calcine au contact de l'air ; cependant ils ne brûlent point même dans un courant d'oxygène. L'acide chlorhydrique et la potasse caustique sont sans action ; l'acide sulfurique concentré et bouillant ne les attaque que superficiellement et fort à la longue ; mais ils se dissolvent peu à peu complétement dans l'acide azotique concentré et chaud. Ils brûlent vivement quand on les projette sur la potasse caustique ou le bichromate de plomb fondus au rouge.

Leur dureté, supérieure à celle du corindon, est un peu inférieure à celle du diamant. Leur densité est de 2,53 à 2,54.

La combustion de ces cristaux avec le bichromate de plomb a montré qu'ils ne renferment point de carbone. Leur analyse, après dissolution par l'acide azotique, constate qu'ils

renferment essentiellement du bore et de l'aluminium, outre quelques traces de fer et de cuivre provenant des impuretés de l'aluminium. Ils contiennent 17 p. 100 d'aluminium et 83 p. 100 de bore, correspondant à la formule $Al\ B^{12}$.

Cristaux jaunes. On les obtient en fondant l'acide borique avec l'aluminium dans des creusets de graphite, à la température des essais de fer ou de la fusion du nickel, pendant cinq ou six heures au moins. Ils demeurent dans le régule d'aluminium d'où on les extrait en dissolvant celui-ci par la potasse caustique. On les purifie par des traitements successifs et répétés, par des lessives faibles de potasse et par l'acide chlorhydrique étendu. Mais ils restent mélangés de cristaux noirs de l'espèce précédente et de débris de la scorie d'alumine. On ne parvient à les en séparer qu'avec la plus grande difficulté par un triage à la loupe.

Ces cristaux sont d'un jaune de miel, leur éclat est tout à fait adamantin, et leur dureté un peu inférieure à celle du diamant. Leur forme appartient au système du prisme carré, elle a du reste été décrite jadis très-exactement par M. Sella. Leur densité est de 2,615.

Ils sont un peu attaqués par l'acide chlorhydrique concentré et par l'acide sulfurique. Une lessive de potasse moyennement concentrée ne les attaque pas. L'acide azotique concentré et chaud les dissout lentement mais complétement.

Incombustibles dans l'air et dans l'oxygène, ils brûlent vivement avec la potasse caustique en fusion et avec le bichromate de plomb.

Leur analyse, faite comme celle des cristaux noirs, montre qu'ils renferment aussi des traces de fer et de cuivre, et comme éléments essentiels du carbone et de l'aluminium outre le bore, en moyenne :

Bore	82,8
Aluminium	13,2
Carbone	3,8

ce qui conduit à la formule : $C^2\ Al^3\ B^{48}$, qu'on peut écrire aussi : $C^2\ B^{12} + 3\ Al\ B^{12}$.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

HENSHAW. REPORT..... SUR LES COLLECTIONS ORNITHOLOGIQUES FAITES DANS LE NEVADA, L'UTAH, LA CALIFORNIE, ETC., pendant les années 1871-74.

Une partie du *Geological Survey* des Territoires est confiée aux soins de M. le lieutenant G. Wheeler qui dirige les explorations à l'ouest du 100e méridien. Six volumes in-4° ont été publiés contenant la description des objets collectés dans ces territoires. Le volume V contient une liste et description des mammifères et la monographie des oiseaux dont le titre est placé en tête de cet article.

Le chapitre consacré aux mammifères en énumère 73 espèces dont aucune n'est nouvelle. Les carnassiers sont représentés par 18 espèces, les ruminants par 7, les cheiroptères par 12 et les rongeurs par 36, soit la moitié.

L'ornithologie fournit un chapitre de 375 pages, dans lesquelles sont énumérées 296 espèces d'oiseaux avec leur synonymie, des notes sur les variations du plumage, de la taille, etc., sur l'habitat et les mœurs ; quinze planches en couleurs très-bien exécutées représentent plusieurs variétés intéressantes d'espèces déjà connues.

M. D.

A.-S. PACKARD. A MONOGRAPH..... MONOGRAPHIE DES PHALÉNIDES DES ÉTATS-UNIS. (Washington, 1876.)

Ce volume est le dixième de ceux publiés par le Département de l'Intérieur des États-Unis pour décrire les collections formées par les géologues et naturalistes du Geol. Survey of the Territories. Nous avons déjà eu l'occasion d'attirer l'attention sur plusieurs de ces monographies. Celle dont le titre précède forme un gros ouvrage in-quarto de 600 pages de texte suivies de 13 planches en noir. La nature même du sujet nous empêche de donner une analyse

même succincte de l'œuvre de M. Packard. Nous devons nous borner à attirer l'attention des entomologistes sur ce travail étendu qui renferme une excellente synonymie des espèces. Les quarante-cinq premières pages sont consacrées à l'histoire de la famille, à ses caractères différentiels, à l'anatomie comparée de la tête, du thorax, de l'armature génitale et de la larve des phalénides. Un chapitre d'une trentaine de pages fait connaître la distribution géographique de ces Lépidoptères nocturnes aux États-Unis. Ce qui augmente encore la valeur de l'ouvrage de M. Packard, c'est le fait qu'il a été en mesure de comparer directement un grand nombre de ses types avec ceux des collections Guénée en France et Walker au British Museum. Enfin les descriptions des bonnes espèces de Guénée et de Walker dont l'auteur n'a pas eu lui-même des échantillons, sont cependant intercalées dans son livre de manière à le rendre aussi complet que possible.

M. D.

BOTANIQUE.

L. LESQUEREUX. SPECIES...... ESPÈCES DE PLANTES MARINES FOSSILES DES COUCHES CARBONIFÈRES. (Dans *Prof.* COX, *Geol. Survey of Indiana* for 1875, p. 134.)

Les restes de fucoïdes ou plantes marines dans les *coal measures* sont excessivement rares. En fait, jusqu'à la publication du Rapport sur le *Survey* géologique de l'Indiana, on n'en connaissait aux États-Unis qu'une seule espèce décrite en 1866 par M. Lesquereux, sous le nom de *Caulerpites marginatus* dont M. Schimper a fait plus récemment le type du genre *Phylosophicus*[1]. Ce végétal est assez abondant dans une couche de calcaire recouvrant un lit de houille de 1 à 2 pieds d'épaisseur à Wurtemberg (Pensylvanie). Le court mémoire dont nous rendons compte contient la description

[1] Schimper, *Paléontologie végétale*, I, p. 206.

de cinq nouvelles espèces appartenant à trois genres différents dont deux nouveaux. Ce sont :

1° Le Paleophicus Milleri Lesq.
2° » Gracilis Lesq.
3° » Divaricatus Lesq.
4° Asterophycus Coxii Lesq.
5° Conostichus ornatus Lesq.

Voici la diagnose des deux genres nouveaux :

Asterophycus. Fronde ou rhizome étalé à sa base en division comme les branches d'une étoile rayonnant d'un axe central (lequel est brisé dans l'échantillon); divisions oblongues ou obovales, arrondies ou émarginées sur le bord extérieur; surface ridée longitudinalement. L'échantillon décrit est recouvert de 5 individus, le plus grand mesurant 12 centimètres de l'extrémité d'un rayon à celle du rayon opposé; le plus petit n'a que 6 centimètres. Le nombre des bras est de 5 ou 6. Il est probable qu'ils croissaient soit par suite du dédoublement des bras, soit par suite de l'agrandissement de petites projections latérales observées sur quelques individus. Deux autres spécimens trouvés dans le Kentucky, l'un ayant dix-huit centimètres de diamètre, complètent un peu ceux de l'Indiana et montrent que l'Asterophycus était probablement la base du support d'une tige simple cylindrique ; car, à la surface inférieure des branches de l'étoile se trouvent de petites racines en filets minces qui traversent la roche de part en part. Ces curieux fossiles se rapprochent assez de ceux que Hall a dessinés dans sa Paléontologie de New-York, en les regardant comme des racines de *Buthotrephis*.

Les *Asterophycus* proviennent d'un grès en rapport avec des lits de charbon à New-Harmony (Indiana) et Rock Castle (Kentucky).

Genre *Conostichus* Lesq. Rhizome (?) subconique, formé d'un empilement de disques, pour ainsi dire, diminuant en volume depuis la base à la pointe du cône, coupés régulièrement sur les bords en lobes courts, obtus et renflés, ceux d'un bourrelet correspondant avec ceux des autres. Ce cône

se compose, dans l'échantillon type, de six disques croissant en diamètre du sommet à la base. Celle-ci a un peu la forme d'un entonnoir ; la pointe ne présente aucune indication de fracture. Hauteur, 3 $^1/_2$ centimètres, diamètre, 4 centimètres à la base, 1 $^1/_2$ au sommet. Quelques échantillons sont au moins quatre fois aussi gros que cela.

La simple inspection de la figure publiée par M. Lesquereux pourrait faire croire que le Conostichus est un radiaire ou peut-être une éponge; cependant l'auteur repousse cette dernière supposition. Ce fossile a été trouvé dans un grès des *coal measures* de l'Illinois. M. D.

Ed. Strasburger. — Studien uber protoplasma. Études sur le protoplasme. Iéna, 1876, br. 8°.

Les nouvelles études de M. Strasburger sur le protoplasme ne présentent point un tout complet ; ce sont plutôt, dit l'auteur lui-même, des esquisses sur différents points mal connus, destinées à faire ressortir l'extrême complication de la structure du protoplasme, en même temps que l'importance de ses fonctions vitales.

Nous rencontrons d'abord des recherches sur la structure de la couche membraneuse qui enveloppe les masses protoplasmiques, telles que zoospores, plasmodium. Dans les zoospores de Vaucheria sessilis, la couche membraneuse se présente sous la forme d'une enveloppe transparente sans granules, mais traversée d'une infinité de petits bâtonnets dont chacun porte un cil vibratile. Chez les spermatozoïdes des fougères et d'équisétacées, il n'y a pas d'organisation particulière à la base des cils vibratiles, mais l'ensemble de l'organisme est formé d'une matière dense et transparente, semblable à celle de la couche membraneuse. Dans les plasmodium des myxomycètes, la couche membraneuse est également très-visible et nettement séparée de la masse granuleuse ; lorsque les ramifications du plasmodium se raccourcissent peu à peu,

elles se montrent hérissées de protubérances aiguës en forme d'aiguillons qui souvent rappellent traits pour traits les cils vibratiles. Lorsque les rameaux s'allongent de nouveau, ces protubérances diminuent graduellement et finissent par disparaître dans la couche membraneuse. L'auteur fait également ressortir certaines analogies entre le développement et la disparition des cils vibratiles après cessation du mouvement et les phénomènes que présentent les pseudopodes des rhizopodes, des amœbas, etc.

On a beaucoup discuté sur les relations qui existent entre la couche membraneuse et la masse granuleuse du protoplasme. Certains faits, tels que l'absence de séparation nette entre elles, l'arrivée fortuite de granules jusque dans la couche membraneuse sembleraient prouver que celle-ci n'est autre chose que la masse fondamentale (Grundsubstanz) du protoplasme devenue plus dense à la surface. Mais d'autres considérations tirées de la structure qu'offre dans certains cas la couche membraneuse, de la manière dont se comportent les organismes artificiellement lésés, et principalement des relations toutes différentes des deux parties du protoplasme avec le nucléus au moment de la division des cellules, militent en faveur d'une opinion différente. C'est ce que pense M. Strasburger, et pour lui la couche membraneuse est un dérivé de la masse fondamentale du protoplasme qui spécialement destiné à protéger et à isoler l'organisme, a été doué dans ce but de propriétés particulières. S'attachant ensuite à la structure moléculaire du protoplasme, l'auteur cherche à démontrer que la théorie de M. Nägeli, qui admet des molécules solides entourées de couches aqueuses plus ou moins épaisses, s'applique bien ici et rend compte d'une manière satisfaisante de beaucoup des propriétés de cet organisme compliqué. Les différences de grosseur des molécules et d'épaisseur des couches aqueuses suffisent pour expliquer les différences de densité du protoplasme, mais non pas d'autres particularités telles que la production de la couche

membraneuse. Il faut pour cela faire intervenir des propriétés particulières de certaines molécules.

Des considérations d'ordre spécialement physique conduisent en outre à admettre à la surface surtout des masses plasmiques les plus fluides, l'existence d'une pellicule (Oberflächenhäutchen) entièrement distincte de la couche membraneuse. C'est la seule enveloppe de certains pseudopodes, de filaments plasmiques dans l'intérieur des cellules, etc.

M. Strasburger passe ensuite en revue différents organismes dérivant directement de masses protoplasmiques et dont il fait ressortir l'extrême variété. Ce sont d'abord les pseudopodes des rhizopodes, des monothalamiens, des amœbas très-différents les uns des antres. Ce sont ensuite les enveloppes des macrospores de Salvinia, de Marsilia, d'Azolla qui présentent des détails de structure très-particuliers, mais sur lesquels nous ne pouvons pas nous étendre ici.

Le protoplasme se présente donc en résumé comme un organisme des plus complexes et comme le siége véritable des qualités spécifiques des êtres. Des masses protoplasmiques en apparence identiques donnent naissance à des organismes très-variés, et si l'on cherche où dans le protoplasma doivent résider ces propriétés, on est forcément ramené à la molécule, à la *plastidule* de MM. Elsberg et Hæckel. L'autonomie spécifique des molécules est prouvée par différents faits, tels que la division des plasmodium dont les fragments possèdent tous les mêmes propriétés, celle des zoospores qui s'accomplit dans les mêmes conditions. Chez les plantes d'organisation plus élevée, les cellules des mousses produisent souvent des protonema, les cellules épidermiques des Begonia reproduisent la plante mère. Ces petits organismes sont donc le siége des propriétés vitales les plus importantes ; elles atteignent leur maximum d'activité dans les germes (œufs ou spores) ; c'est par elles que se transmettent les qualités héréditaires et c'est sur elles que doivent agir les causes tendant à modifier les êtres.

M. M.

Dr Eug. Warming. — Die Blüthe der Compositen : La fleur des composées (*Bot. Abhand.* von Hanstein, vol. 3, cahier 2, Bonne, 1876.)

On a déjà beaucoup écrit sur la fleur des composées, mais ainsi que le fait remarquer l'auteur de ce mémoire dans son introduction, bien des points sont encore obscurs dans l'histoire de cette famille si considérable, si variée de formes et d'une structure si particulière. M. Warming a successivement passé en revue le développement de toutes les parties de la fleur, mais c'est aux questions controversées relatives au calice et au pappus de la graine qu'il s'est particulièrement attaché. Il conclut que si des règles générales peuvent être posées relativement à la valeur morphologique du pappus, les différences de détails sont nombreuses, et il faut étudier pour ainsi dire dans chaque cas spécial la valeur vraie des parties.

Ordinairement il se développe autour de la base de la corolle un bourrelet peu élevé, d'une forme pentagonale plus ou moins caractérisée; ce bourrelet est l'homologue d'un calice gamosépale à cinq parties, les sommets de ses cinq angles correspondent aux cinq folioles. Quant au pappus, il appartient à la série des formations trichomatiques; ses parties sont tantôt de véritables émergences correspondant à des dentelures des folioles du calice, et commençant à se développer avant que le bourrelet soit entièrement formé (type Tragopogon — Cirsium), tantôt ce sont des poils proprement dits qui prennent naissance sur le bourrelet sans arrangement régulier (type Senecio — Lactuca). Cette manière de voir est appuyée sur de nombreuses observations personnelles et aussi sur des cas de monstruosités cités et étudiés par différents auteurs.

On peut, ces bases une fois posées, expliquer facilement la plupart des cas particuliers. Par exemple, le rebord hyalin souvent dentelé qui s'élève au-dessus du fruit des Pyrethrum Ammobium, etc., n'est qu'une variante du type Se-

necio — Lactuca ; le pappus des Catananche, Xeranthemum, etc., est un calice à cinq dentelures bien caractérisées, souvent couvertes de poils et entre lesquelles s'interposent des dentelures commissurales ; chez le Tagétès une ou deux lanières du calice se développent; les autres restent soudées ensemble en une membrane plus ou moins divisée.

Pour expliquer la structure générale de la fleur des composées, M. Warming admet que cette famille dérive d'un type originel à fleurs hermaphrodites, possédant un calice gamosépale à cinq parties, une corolle gamosépale alternant avec le calice ; cinq étamines episépalées et deux carpelles. D'après les monstruosités, le type de l'inflorescence est probablement une ombelle avec bractées stériles, bractées fertiles et bractéoles. Lors de la transformation en capitule, les tractées stériles héritèrent du rôle de protection du calice et devinrent l'involucre ; les bractées fertiles disparurent dans quelques cas, et dans d'autres devinrent les paillettes du réceptacle qui jouent souvent un rôle dans la dissémination des graines. Les bractéoles disparurent sans retour. D'hermaphrodites les fleurs devinrent parfois polygames; cette transformation jointe à celles que subit souvent la corolle se lie probablement à la fécondation par les insectes. Enfin la compression amena la synandrie, et la réduction des ovules à un seul. Quant au calice, devenu inutile comme organe de protection, il se développe le dernier; dès son apparition, il est gêné par les parties qui l'ont précédé. M. M.

FUA. EXPÉRIENCE SUR LE DIMORPHISME DES FLEURS DES STENANDRIUM, d'après un rapport de M. Decaisne à la Société centrale d'agriculture de France. (*Bull. des séances*, 1875.)

M. Fua, en parlant des expériences entreprises par MM. Becquerel, Saint-Bert, Draper et Pfeiffer, relativement à l'action des rayons colorés sur les parties vertes des végétaux, s'est demandé si leur influence pouvait atteindre les organes floraux en voie de formation et déterminer leur

entier développement dans le cas où ces organes restent, par une cause inconnue, à l'état rudimentaire. On sait, en effet, que certaines plantes présentent, soit constamment, soit à des époques variables de l'année, des fleurs de deux sortes : les unes normales et visibles, les autres, au contraire, clandestines et privées, pour ainsi dire, de corolles et d'étamines, sans toutefois cesser d'être fertiles. Le premier exemple de ce dimorphisme a été signalé, en 1753, par Linné, sur une Acanthacée, le *Ruellia clandestina;* puis constaté chez les Oxalis, les Campanules, la Balsamine et la Violette de nos bois, etc.

La plante mise en expérience par M. Fua appartient à la famille des Acanthacées, et fait partie du genre *Stenandrium*, composé de petites herbes propres à l'Amérique australe. Son introduction au Muséum remonte à l'année 1868, et le sachet de graines qui nous en était adressé portait pour renseignement : *Jolie petite plante des environs de Montevideo.* Ces graines ont germé, mais elles n'ont cessé de produire jusqu'ici que des plantes à fleurs anomales, c'est-à-dire privées de corolle et d'étamines apparentes, et chez lesquelles la corolle se réduit à un petit anneau membraneux, et les étamines à de petits mamelons microscopiques, ne possédant qu'un petit nombre de grains de pollen.

M. Fua, qui s'occupe depuis plusieurs années de l'étude des Acanthacées, a voulu s'assurer si le *Stenandrium* pourrait reprendre son caractère normal de floraison, sous l'influence combinée de certains rayons colorés et de la chaleur, en sachant cependant que le foyer principal de formation des cellules végétales est presque toujours soustrait à l'influence directe de la lumière ; nous citerons, en effet, non-seulement les organes souterrains, mais les feuilles, les fleurs, les graines et les embryons eux-mêmes plus ou moins colorés en vert, et sur lesquels l'action immédiate de la lumière paraît inadmissible. Pour s'en assurer, toutefois, M. Fua a élevé de graines, dans de très-petits pots, plusieurs individus de *Stenandrium*, dont la taille normale

dépasse à peine 3 ou 4 centimètres à l'âge adulte. Chacun de ces pots a été placé dans un bocal ouvert au sommet, et chacun de ces bocaux a été mis dans un récipient un peu plus grand, de manière à pouvoir remplir de liquides colorés l'espace laissé entre les deux. Les liqueurs employées ont été, comme d'habitude, le bichromate de potasse, une solution cupro-ammoniacale, le violet et le rouge d'aniline, etc. ; dans un de ces appareils, la solution colorée se trouvait remplacée par de l'eau distillée ; enfin d'autres individus de la même espèce se trouvaient placés à l'air libre et sur une tablette d'une serre tempérée, où elles recevaient toute la lumière solaire. On avait soin de maintenir les solutions colorées à un même niveau dans chacun des vases, ainsi qu'au même degré de coloration, par les liqueurs d'aniline, susceptibles de se décolorer.

Ces expériences ont été répétées régulièrement à la même époque, pendant trois ans, sans amener le moindre changement dans la manière de végéter du *Stenandrium*. Tous les individus exposés aux rayons verts sont morts après quelques jours d'expérience ; les rayons rouges ou violets ont eu pour action de donner aux petites plantes une plus grande vigueur ; les rayons jaunes ou orangés ont eu pour effet, ainsi qu'on pouvait le prévoir, d'accélérer la végétation et d'amener plus tôt à fleurs les jeunes plants, sans toutefois leur faire produire des fleurs normales.

Ces expériences laissent, sans doute, à désirer ; mais elles paraissent suffisamment exactes, eu égard au but que se proposait d'atteindre M. Fua. Elles nous offrent l'exemple remarquable d'un changement brusque survenu dans les caractères floraux d'une plante qui, dans son pays originel, donne de *jolies fleurs*, tandis que depuis son introduction dans nos serres elle n'a cessé de se multiplier qu'au moyen de fleurs presque complétement avortées, bien que soumises aux conditions les plus différentes de chaleur et de lumière.

DARWIN (CHARLES). THE EFFECTS OF CROSS AND SELF FERTILISATION.... DES EFFETS DE LA FÉCONDATION PAR UN AUTRE INDIVIDU ET PAR LA PLANTE ELLE-MÊME. (1 vol. in-8°, 482 p. Londres, 1877.)

Nous nous bornons à annoncer cet ouvrage, qui vient de paraître, parce qu'il doit nécessairement être lu par toute personne ayant le goût d'observations bien faites. La méthode y est admirable et l'exposition très-claire. Les déductions sont tirées des faits avec beaucoup de prudence. Tout le monde sait que l'auteur a constaté l'infériorité des individus végétaux résultant d'une fécondation d'une plante par elle-même, relativement à ceux qui proviennent d'une plante fécondée par le pollen d'une autre plante de la même espèce. Mais on ne connaissait pas la durée, la régularité et la précision des expériences de M. Darwin sur ce point si curieux de physiologie. Il a suivi quelques espèces jusqu'à la *dixième* génération en comparant sur plusieurs individus les produits des deux sortes de fécondation, sous le rappor, de la taille, du poids, et du nombre des fruits et des graines. Quand on pense à toutes les précautions qu'il a fallu prendre pour féconder artificiellement des milliers de plantes et en mettre une moitié à l'abri des insectes, à l'ordre qu'il a fallu établir dans les registres, de si nombreuses expériences, à la multiplicité des mensurations et des pesées pour chaquet produit obtenu, on ne peut se refuser à considérer M. Darwin comme un des hommes les plus habiles qui aient jamais existé dans l'art d'observer et d'expérimenter. Les botanistes et les zoologistes savent qu'on ne l'a jamais trouvé en faute sur une observation. Le public l'ignore. Il ne connaît guère de M. Darwin que des théories, et selon qu'elles appuient ou contrecarrent les opinions favorites de chacun on le dit un grand homme ou un charlatan. Voici un ouvrage qui peut montrer à toute personne instruite comment l'illustre théoricien étudie les faits. Souhaitons qu'il soit traduit en français, comme il le sera certainement dans d'autres langues. Ce serait le moyen de répandre des idées justes sur la méthode scientifique et sur un savant dont tout le monde parle et qu'on connaît bien peu.

Alph. de C.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE NOVEMBRE 1876.

Le 1er, forte bise tout le jour ; giboulées de neige à plusieurs reprises dans la journée, mais la quantité d'eau tombée était trop faible pour pouvoir être mesurée.

2, forte bise jusqu'à 6 h. du soir ; toutes les montagnes des environs sont couvertes de neige ; le soir fort belle couronne lunaire.

3, gelée blanche le matin, la première de la saison ; le minimum est descendu pour la première fois au-dessous de 0.

4, à 9 h. matin, couronne solaire.

5, faible gelée blanche le matin, minimum + 0,2.

6, gelée blanche le matin ; à 1 $^1/_2$ h. après midi pluie et neige par un fort vent d'Ouest.

8, forte gelée blanche le matin.

9, gelée blanche le matin.

10, neige dans la matinée.

11, gelée blanche le matin ; la neige commence à tomber à 10 h. soir.

12, neige, pluie et brouillard tout le jour ; la hauteur de la couche de neige à 6 h. matin était de 33mm, elle a diminué depuis ce moment.

13, dès le matin, la neige avait disparu de toutes les montagnes des environs, tandis que dans la plaine il en restait encore quelques traces le soir ; brouillard le soir.

14, 15, 16, brouillard intense tout le jour.

17, brouillard et pluie le soir.

18, brouillard le matin.

20, pluie et brouillard le matin ; à 8 h. matin les nuages sont poussés par un fort vent du SO., un faible vent d'Est régnant en bas ; le vent du SO. ne se fait sentir dans la plaine que l'après-midi.

21, à 3 h. après midi, les nuages sont chassés par un très-fort vent du NE. qui ne se fait sentir dans la plaine que le lendemain à 10 h. matin.
22, forte bise depuis 10 h. du matin, et jusqu'au lendemain à 4 heures.
24, forte gelée blanche le matin ; le soir à 6 $^1/_2$ h., couronne lunaire.
25, à 5 $^1/_2$ h. soir, couronne lunaire ; à 7 $^1/_2$ h., halo lunaire qui se dissout et se reforme à plusieurs reprises.
26, à 5 $^3/_4$ h. soir, couronne lunaire ; les nuages sont chassés par un fort vent SSO.
27, brouillard presque tout le jour ; le soir à 8 h. couronne lunaire.
28, halo lunaire de 5 h. $^3/_4$ à 7 h. soir, et de 8 $^3/_4$ h. à 11 $^1/_2$ h.
29, gelée blanche le matin ; hâle dans la journée.
30, brouillard intense tout le jour depuis 7 h. matin ; à 6 h., au moment ou le brouillard commençait à se former, il y avait une forte gelée blanche.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 10 h. matin	734,43	Le 1er à 6 h. matin	725,78
10 à 10 h. soir	731,73	9 à 2 h. après midi......	720,98
14 à 8 h. matin	724,34	12 à 6 h. soir	718,14
18 à 10 h. matin	733,20	16 à 6 h. matin	720,05
22 à 10 h. soir	728,33	21 à 6 h. matin	720,78
30 à 10 h. matin	723,86	27 à 2 h. après midi......	718,80

GENÈVE. — NOVEMBRE 1876.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0	0	cm
1	726,66	+ 0,50	+ 4,24	— 2,73	+ 2,0	+ 7,3	3,81	—2,55	655	—179	460	840	...	...	NNE. 3	0,62	12,7	+ 1,0	121,5
2	732,19	+ 6,03	+ 3,76	— 3,03	+ 1,3	+ 6,5	3,33	—2,96	598	—236	380	740	...	...	NE. 3	0,07	12,0	+ 0,5	123,0
3	733,37	+ 7,22	+ 3,76	— 2,85	— 2,7	+ 9,1	4,49	—1,73	747	— 88	520	890	...	...	SSO. 1	0,43	12,7	+ 1,3	117,7
4	731,33	+ 5,17	+ 4,65	— 1,79	+ 2,6	+ 7,0	5,74	—0,40	896	+ 61	790	910	0,2	1	S. 1	0,99	12,5	+ 1,2	120,0
5	731,85	+ 5,69	+ 4,31	— 1,95	+ 0,2	+ 8,1	5,19	—0,88	831	— 5	670	980	...	...	NNE. 1	0,69	..	.....	118,0
6	730,18	+ 4,02	+ 1,37	— 4,72	— 1,3	+ 6,1	4,66	—1,34	922	+ 86	630	990	1,3	3	SO. 1	0,80	12,1	+ 1,1	114,6
7	726,76	+ 0,59	+ 3,85	— 2,07	+ 1,1	+ 9,1	4,35	—1,58	760	— 77	510	950	0,5	1	SO. 1	0,80	12,0	+ 1,1	112,9
8	723,88	— 2,30	+ 0,94	— 4,80	— 2,0	+ 6,3	3,39	—2,47	736	—101	460	930	...	...	variable	0,29	11,9	+ 1 2	112,4
9	721,47	— 4,72	— 0,53	— 6,10	— 4,0	+ 3,3	3,56	—2,23	810	— 28	540	920	...	...	variable	0,78	11,2	+ 0,6	113,5
10	727,82	+ 1,62	— 2,10	— 7,50	— 4,5	+ 3,2	3,05	—2,67	783	— 55	570	960	0,2	2	variable	0,58	10,8	+ 0,3	111,9
11	729,45	+ 3,24	— 2,92	— 8,16	— 6,9	0,0	2,91	—2,74	778	— 61	660	830	...	...	variable	0,67	10,7	+ 0,4	115,5
12	720,30	— 5,92	— 0,47	— 5,54	— 3,4	+ 0,8	4,43	—1,16	986	+147	930	990	29,0	14	OSO. 1	0,99	..	.....	112,0
13	721,99	— 4,25	+ 5,59	+ 0,68	+ 0,2	+10,9	6,67	+1,15	942	+102	850	1000	0,1	...	variable	0,40	10,7	+ 0,6	116,9
14	723,90	— 2,35	+ 5,41	+ 0,67	+ 2,2	+ 8,1	6,97	+1,51	992	+152	970	1000	...	...	SSO. 1	1,00	10,8	+ 0,8	112,1
15	722,23	— 4,04	+ 5,73	+ 1,15	+ 4,8	+ 6,9	7,02	+1,62	1000	+159	1000	1000	4,7	8	SO. 1	1,00	10,8	+ 1,0	115,7
16	720,46	— 5,83	+ 6,98	+ 2,56	+ 6,0	+ 8,4	7,64	+2,30	999	+158	990	1000	10,0	6	SO. 1	1,00	10,9	+ 1,2	114,1
17	726,80	+ 0,49	+ 9,07	+ 4,81	+ 6,5	+14,3	7,65	+2,37	892	+ 50	710	970	0,6	1	variable	0,62	11,0	+ 1,4	114,8
18	732,44	+ 6,10	+ 7,49	+ 3,39	+ 3,6	+11,9	6,90	+1,68	904	+ 62	640	1000	...	...	SSO. 1	0,47	11,0	+ 1,5	116,1
19	727,58	+ 1,22	+ 4,96	+ 1,01	+ 1,5	+ 6,6	6,68	+1,52	983	+140	940	1000	20,6	12	SO. 1	0,98	..	.....	115,0
20	722,65	— 3,74	+ 7,52	+ 3,73	+ 6,0	+11,7	5,95	+0,85	781	— 62	570	1000	7,0	6	SSO. 2	0,93	10,7	+ 1,5	116,6
21	723,10	— 3,31	+ 5,31	+ 1,67	+ 4,2	+ 7,4	5,53	+0,48	838	— 6	710	920	4,8	7	NE. 1	0,64	10,4	+ 1,3	119,2
22	727,13	+ 0,69	+ 3,75	+ 0,26	+ 0,9	+ 6,1	4,72	—0,27	791	— 54	690	930	...	...	NE. 3	0,88	10,2	+ 1,2	123,8
23	727,07	+ 0,60	+ 2,70	— 0,64	— 0,6	+ 4,4	4,19	—0,75	774	— 71	690	920	...	...	NE. 1	0,83	10,2	+ 1,4	121,6
24	726,80	+ 0,30	+ 2,45	— 0,75	— 3,0	+10,9	3,89	—1,00	742	—104	460	1000	...	...	SSO. 1	0,33	9,8	+ 1,1	120,9
25	726,49	— 0,04	+ 4,04	+ 0,98	+ 1,3	+ 8,1	4,63	—0,21	767	— 80	610	880	...	...	SSO. 1	0,66	9,7	+ 1,1	120,7
26	725,83	— 0,74	+ 3,95	+ 1,03	+ 0,3	+ 6,3	5,96	+1,17	961	+114	900	970	1,6	6	SO. 1	0,98	..	.....	116,0
27	720,13	— 6,47	+ 5,38	+ 2,60	+ 3,8	+ 8,1	6,78	+2,03	984	+136	940	1000	8,8	9	SO. 1	0,98	9,8	+ 1,4	119,7
28	721,31	— 5,33	+ 7,96	+ 5,32	+ 5,0	+12,6	5,11	+0,41	675	—173	460	780	0,1	...	SSO. 2	0,67	9,7	+ 1,4	118,1
29	721,71	— 4,96	+ 4,01	+ 1,50	0,0	+12,3	5,32	+0,66	865	+ 16	670	980	...	...	SSO. 1	0,03	10,6	+ 2,4	121,6
30	723,22	— 3,49	— 1,00	— 3,38	— 2,9	+ 1,8	4,34	—0,28	988	+138	910	1000	...	...	S. 1	0,92	9,4	+ 1,3	119,2

MOYENNES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1876.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	728,27	728,70	728,92	728,54	728,25	728,44	728,93	729,11	729,29
2e »	725,18	725,33	725,50	725,09	724,44	724,12	724,10	724,19	724,24
3e »	724,14	724,46	724,73	724,30	723,90	724,07	724,57	724,74	724,81
Mois	725,83	726,16	726,39	725,98	725,53	725,54	725,86	726,01	726,11
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	— 0,01	+ 0,96	+ 3,70	+ 5,25	+ 5,17	+ 4,40	+ 3,54	+ 2,64	+ 1,62
2e »	+ 3,28	+ 3,60	+ 5,33	+ 6,90	+ 7,31	+ 6,90	+ 5,75	+ 5,39	+ 4,88
3e »	+ 2,18	+ 2,13	+ 4,86	+ 6,19	+ 6,64	+ 5,83	+ 4,67	+ 4,09	+ 3,00
Mois	+ 1,82	+ 2,23	+ 4,63	+ 6,12	+ 6,37	+ 5,71	+ 4,66	+ 4,04	+ 3,17
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	4,18	4,22	4,40	4,10	3,97	4,10	4,22	4,25	4,25
2e »	5,85	5,93	6,33	6,52	6,59	6,54	6,46	6,29	6,32
3e »	4,75	4,78	5,05	5,23	5,32	5,29	5,17	5,11	4,99
Mois	4,93	4,98	5,26	5,28	5,29	5,31	5,28	5,21	5,19
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	909	861	741	613	598	655	711	755	815
2e »	967	966	920	854	842	863	918	916	953
3e »	889	893	785	742	738	770	809	830	872
Mois	922	907	815	736	726	763	813	834	880

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	cm
1re décade	— 0,73	+ 6,60	0,60	+11,99	2,2	116,6
2e »	+ 2,05	+ 7,96	0,81	+10,82	72,0	114,9
3e »	+ 0,90	+ 7,80	0,69	+ 9,98	15,3	120,1
Mois	+ 0,74	+ 7,45	0,70	+10,93	89,5	117,2

Dans ce mois, l'air a été calme 1,48 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,87 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 3°,3 O. et son intensité est égale à 8,65 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE NOVEMBRE 1876.

Le 1er, brouillard depuis 8 h. matin, forte bise tout le jour.
2, brouillard le matin à 6 h., id.
3, forte bise jusqu'à 2 h. après midi.
4, très-forte bise, neige et brouillard tout le jour; la violence de la bise n'a permis de recueillir qu'une partie de la neige.
5, forte bise jusqu'à 2 h. après midi.
6, forte bise et neige depuis 2 h. après midi.
7, forte bise, neige et brouillard tout le jour; le 6 et le 7 on n'a pu recueillir également qu'une partie de la neige tombée.
8, brouillard le matin à 6 h.; le lac est entièrement recouvert par la glace.
9, neige depuis midi.
10, brouillard jusqu'à 6 h. du soir.
12, neige le matin.
16, neige et brouillard tout le jour; fort vent du SO.
17, brouillard tout le jour.
18, brouillard et forte bise jusqu'à 6 h. soir.
19, neige depuis midi.
20, neige et brouillard tout le jour; forte bise à plusieurs reprises.
21, neige et brouillard tout le jour, très-forte bise.
22, brouillard et forte bise jusqu'à midi.
27, neige et fort vent du SO. de 10 h. du matin à 6 h. soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 8 h. soir	566,62	Le 1er à 10 h. matin	557,91
11 à 10 h. matin	561,61	9 à 2 h. après midi	552,73
14 à 6 h. soir	564,69	12 à 2 h. après midi	559,48
18 à 6 h. soir	567,03	16 à midi	561,04
25 à 10 h. soir	564,17	21 à 8 h. matin	556,08
30 à 10 h. soir	561,81	28 à 8 h. matin	557,93

SAINT-BERNARD. — NOVEMBRE 1876.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim				
1	558,56	— 4,74	557,91	559,96	—12,22	— 9,06	—12,5	—11,2	.....	.....	....	NE.	2	0,90
2	563,19	— 0,04	560,70	565,07	—11,96	— 8,66	—15,0	— 9,5	.....	.....	....	NE.	2	0,12
3	566,29	+ 3,13	565,67	566,62	— 5,56	— 2,12	— 7,7	— 4,0	.....	.....	....	NE.	2	0,09
4	564,26	+ 1,16	563,37	565,30	— 6,50	— 2,92	— 6,6	— 5,4	120	10,0	....	NE.	3	1,00
5	564,60	+ 1,56	564,16	565,34	— 8,53	— 4,81	—10,0	— 5,7	.....	.....	....	NE.	2	0,37
6	562,58	— 0,40	561,97	563,45	— 8,00	— 4,14	— 9,0	— 6,7	60	4,2	....	NE.	2	0,84
7	559,18	— 3,74	558,01	560,86	— 9,64	— 5,65	—12,5	— 6,2	70	5,0	....	NE.	2	1,00
8	555,75	— 7,11	554,71	557,07	—14,54	—10,42	—15,5	—11,8	.....	.....	....	NE.	1	0,20
9	553,46	— 9,34	552,73	554,01	—14,61	—10,36	—16,0	—11,5	80	5,6	....	variable		0,78
10	556,50	— 6,25	554,45	559,56	—18,06	—13,68	—20,0	—15,8	.....	.....	....	NE.	2	0,71
11	561,11	— 1,59	560,60	561,61	—10,36	— 5,85	—14,7	— 7,0	....	.....	....	SO.	1	0,38
12	559,84	— 2,81	559,48	560,81	+ 0,22	+ 4,87	— 3,0	+ 3,1	270	18,0	....	SO.	1	0,73
13	563,43	+ 0,83	561,51	564,39	+ 2,40	+ 7,18	+ 1,3	+ 4,4	.....	.....	....	SO.	1	0,32
14	564,57	+ 2,02	564,41	564,69	+ 0,92	+ 5,82	— 1,2	+ 3,3	.....	.....	....	SO.	1	0,12
15	563,57	+ 1,07	562,57	564,29	+ 2,15	+ 7,17	+ 0,4	+ 5,0	.....	.....	....	SO.	1	0,68
16	561,49	— 0,97	561,04	561,93	— 1,55	+ 3,59	— 1,8	— 0,7	60	4,2	....	SO.	2	1,00
17	564,20	+ 1,78	562,49	565,72	— 1,93	+ 3,33	— 3,0	0,0	.....	.....	....	NE.	1	1,00
18	566,82	+ 4,44	566,46	567,03	— 4,92	+ 0,46	— 8,4	— 2,8	.....	.....	....	NE.	2	0,80
19	563,80	+ 1,46	561,02	566,18	— 2,45	+ 3,04	— 5,5	— 1,0	200	19,4	....	NE.	1	0,82
20	559,06	— 3,24	558,00	560,28	— 4,69	+ 0,91	— 7,6	— 1,3	450	36,0	....	NE.	2	0,98
21	557,43	— 4,83	556,08	559,34	— 8,29	— 2,58	— 9,4	— 6,5	200	10,8	....	NE.	2	1,00
22	560,22	— 2,01	559,76	561,13	—10,88	— 5,06	—11,5	— 9,0	.....	.....	....	NE.	2	0,52
23	560,53	— 1,66	560,24	560,96	— 8,38	— 2,45	— 9,7	— 5,0	.....	.....	....	NE.	1	0,01
24	561,48	— 0,67	560,45	562,58	— 7,10	— 1,07	— 8,4	— 4,6	.....	.....	....	NE.	1	0,17
25	563,71	+ 1,59	563,[illegible]5	564,17	— 4,03	+ 2,10	— 5,0	— 2,5	.....	.....	....	SO.	1	0,29
26	563,30	+ 1,21	562,9[illegible]	563,78	— 4,99	+ 1,24	— 5,3	— 3,0	.....	.....	....	SO.	1	0,48
27	559,82	— 2,24	558,70	562,12	— 5,91	+ 0,42	— 6,5	— 4,7	220	14,2	....	SO.	2	0,69
28	558,23	— 3,80	557,93	558,43	— 6,99	— 0,56	— 7,8	— 4,6	.....	.....	....	NE.	1	0,31
29	558,93	— 3,07	558,22	560,21	— 7,24	— 0,71	— 9,0	— 3,8	.....	.....	....	SO.	1	0,10
30	561,21	— 0,76	560,44	561,81	— 4,15	+ 2,48	— 6,0	— 0,8	.....	.....	....	SO.	1	0,13

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE NOVEMBRE 1876.

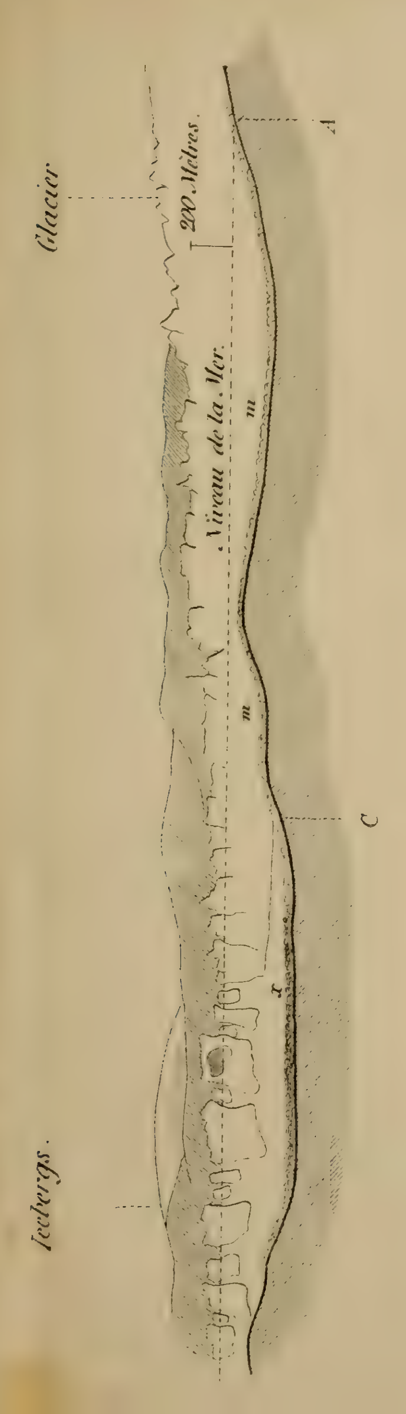
	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	560,44	560,34	560,24	560,16	560 01	560,31	560,63	560,86	560,94
2e »	562,77	562 86	563,01	562,95	562,74	562,67	562,69	562,73	562,67
3e »	560,32	560,24	560,37	560,28	560,23	560,45	560 69	560,81	560,97
Mois	561,18	561,15	561,20	561,13	560,99	561,14	561,34	561,47	561,53
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	—11,59	—11,30	—10,03	— 9,21	— 9,48	—10,79	—10,81	—11,20	—11,38
2e »	— 3,01	— 2,34	— 0,92	+ 0,05	— 0,44	— 1,38	— 1,72	— 2,50	— 3,05
3e »	— 7,25	— 7,13	— 6,61	— 4 86	— 4,89	— 6,79	— 6,96	— 6,77	— 7,01
Mois	— 7,28	— 6,92	— 5,85	— 4,67	— 4,94	— 6,32	— 6,50	— 6,82	— 7,15

	Min. observé.	Max. observé	Clarté moyenne du ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	—12,48	— 8,78	0,60	24,8	330
2e »	— 4,35	+ 0,30	0,68	77,6	980
3e »	— 7,86	— 4,45	0 37	25,0	420
Mois	— 8,23	— 4,31	0,55	127,4	1730

Dans ce mois, l'air a été calme 0,00 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de [illegible]34 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est [illegible]. 45° E., et son intensité est égale à 57,78 sur 100.



A. Entrée du glacier dans le fiord.

C. Point où le glacier se détache du fond.

m. Moraine profonde.

x. Moraine profonde mélangée au dépôt de la mer.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE
ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME LVII (NOUVELLE PÉRIODE)

1876. — N[os] 225 à 228.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

ASTRONOMIE.

PHYSIQUE.

CHIMIE.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

BOTANIQUE.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard.

TABLE DES AUTEURS

POUR LES

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

SUPPLÉMENT

A LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ANNÉE 1876. Tomes LV à LVII (Nouvelle période)

A

B

C

